



Análisis de circuitos eléctricos como tema integrador en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas

Jován Adrián Reyes Niño

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2020

Análisis de circuitos eléctricos como tema integrador en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas

Jován Adrián Reyes Niño

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):

Dr. rer. nat John William Sandino del Busto

Línea de Investigación:

**TIC's y otros recursos en la Enseñanza de las Ciencias
Aprendizaje de las Ciencias**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2020

Dedicatoria

A mi madre Ana Mercedes quien día a día se ha esforzado por enseñarme que la educación es la única salida para transformar la sociedad.

A todos los profes y líderes sociales que han entregado su vida por defender las banderas de la educación para hacer de este país un lugar con equidad y justicia social.

“Enseñen los niños a ser preguntones, para que, pidiendo el por qué de lo que se les mande hacer; se acostumbren a obedecer a la razón, no a la autoridad como los limitados, no a la costumbre como los estúpidos.”

Simón Rodríguez

Agradecimientos

Agradezco a la vida por permitirme formarme como educador en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia y coincidir con grandes profesionales y profes que día a día se esmeran por brindar aprendizajes a niños, niñas y jóvenes a lo largo del país.

A la Universidad Nacional de Colombia que me abrió sus puertas y contribuyó a mi desarrollo profesional, en especial a la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales que me permitió explorar diversas áreas del conocimiento, así como motivar la generación de estrategias para implementar, mejorar y enriquecer mi labor docente.

Al profesor John William Sandino Del Busto docente del departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia, por su compromiso, dedicación y conocimientos aportados al desarrollo de este trabajo de investigación, así como a mi profesión docente.

A los niños y niñas del Colegio Arborizadora Baja que hicieron parte de esta propuesta educativa por cambiar mi percepción de la educación primaria, en donde logro reconocer la necesidad de desarrollar estrategias de aprendizaje y generar en ellos una afinidad hacia el estudio de las ciencias.

Resumen

El presente trabajo de investigación muestra el diseño y ejecución de una propuesta de enseñanza sobre análisis de circuitos eléctricos en la asignatura de Tecnología e Informática, integrando las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas, realizado con estudiantes de cuarto grado (4°) de educación básica primaria del Colegio Arborizadora Baja IED.

Esta propuesta investigativa adopta un enfoque cualitativo y tiene en cuenta las fases: preparatoria, trabajo de campo, analítica e informativa. En las dos primeras fases que corresponden al trabajo en aula, se desarrollan cinco sesiones de trabajo fundamentadas en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), las cuales constan de una actividad preliminar sobre circuitos eléctricos, seguido de la implementación de prácticas de laboratorio simuladas y reales y, por último, la solución a un problema de diseño de conexión de circuitos presentado en grupo por los estudiantes.

En cuanto a la fase analítica de la investigación, se consideran los datos obtenidos de los registros de los estudiantes en las guías de trabajo, así como las notas del docente sobre las discusiones y comportamientos presentados durante las actividades de cada sesión, en donde el docente adoptó el rol de observador participante.

Finalmente, se concluye que el trabajo interdisciplinar contribuyó al fortalecimiento de habilidades de pensamiento en las áreas afines, en la medida que los estudiantes logran: registrar información en tablas y establecer relaciones de proporcionalidad, utilizar tecnologías de la información y comunicación, proponer posibles soluciones para un problema y mostrar actitudes científicas.

Palabras clave: Enseñanza de circuitos eléctricos, trabajo interdisciplinar, Aprendizaje Basado en Problemas, educación STEM en primaria.

Abstract

This research shows the design and execution of a teaching proposal on electrical circuits analysis carried out on fourth grade primary school students at Arborizadora Baja IED school, regarding Technology and Informatics subject joining in cooperation with the areas of Natural Science and Mathematics.

The proposal opts for a qualitative approach and is developed in the following four stages: preparatory, fieldwork, analytical and informative. The first two phases relate to classroom work and involved Problem-Based Learning (PBL) in five work sessions which were structured firstly for a preliminary activity on electrical circuits, followed by the implementation of simulated laboratory and real practices, and eventually the solution to a circuit connection design problem presented by the students as a group.

Concerning to the analytical phase of the research, the data acquisition from the students' records in the work guides are considered, as well as the teacher's notes on the discussions and behaviors evidenced during the activities of each session, where the teacher adopted the role of participant observer.

Finally, it is concluded that the interdisciplinary work contributed to the strengthening of thinking skills in related areas, to the extent that students are able to: record information in tables and establish proportionality relationships, use information and communication technologies, propose possible solutions to a problem and show scientific attitudes.

Keywords: Electrical circuits teaching, interdisciplinary work, Problem-Based Learning, STEM primary education.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	X
Lista de tablas	XIII
Lista de anexos	XIV
Introducción	1
Capítulo 1	4
1 Aspectos preliminares	4
1.1 Identificación del problema	4
1.1.1 Antecedentes	4
1.1.2 Descripción del problema	15
1.1.3 Pregunta problema	17
1.2 Justificación	17
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo General	19
1.3.2 Objetivos Específicos	20
1.4 Metodología	20
Capítulo 2	27
2 Aspectos teóricos y pedagógicos	27

2.1	Enseñanza de las ciencias en la escuela.....	27
2.2	Rol de las ideas previas en un proceso de enseñanza-aprendizaje	29
2.3	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).....	30
2.4	Importancia de la experimentación en la enseñanza	32
2.5	Herramientas virtuales en la enseñanza	35
2.6	Enseñanza de la electricidad básica	38
Capítulo 3	.....	47
3	Propuesta de secuencia didáctica	47
Fase preparatoria	.....	50
3.1	Etapa Reflexiva	50
3.2	Etapa de Diseño.....	51
Capítulo 4	.....	57
4	Resultados	57
4.1	Sesión 1: Práctica preliminar de circuitos eléctricos (Anexo 1)	58
4.2	Sesión 2: Práctica de circuitos en configuración serie (Anexo 2)	68
4.3	Sesión 3: Práctica de circuitos en configuración paralelo (Anexo 3)	77
4.4	Sesión 4: Problemas de conexión (Anexo 4)	87
4.5	Sesión 5: Elementos matemáticos (Anexo 5).....	96
4.6	Sesión 6: Propuesta para los problemas de conexión (Anexo 6).	106
Capítulo 5	.....	125
5	Análisis de Resultados	125
Capítulo 6	.....	137
6	Conclusiones y recomendaciones	137
6.1	Conclusiones.....	137
6.2	Recomendaciones	140
7	Anexos	141

8	Bibliografía	164
----------	---------------------------	------------

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Análisis de datos cualitativos (Urbano Gómez, 2016).	23
Figura 1-2: Proceso de investigación cualitativa (Rodríguez Gómez et al., 1999).	24
Figura 2-1: Diferentes tipos de trabajos prácticos (Jiménez Aleixandre et al., 2003).	33
Figura 3-1: Propuesta indicativa para construir una secuencia didáctica (Díaz Barriga, 2013).	48
Figura 3-2: Fases y etapas de la investigación cualitativa (Rodríguez Gómez et al., 1999)	49
Figura 4-1: Circuito con falla (simulado y real). Taller 1.	59
Figura 4-2: Circuito serie (simulado y real). Taller 1.	60
Figura 4-3: Circuito paralelo (simulado y real). Taller 1.	63
Figura 4-4: Circuito simulado. Taller 1.	65
Figura 4-5: Circuito simulado con un bombillo. Taller 2.	69
Figura 4-6: Estudiantes desarrollando el taller 2.	70
Figura 4-7: Circuito simulado con dos bombillos. Taller 2.	71
Figura 4-8: Circuito simulado con tres bombillos. Taller 2.	72
Figura 4-9: Movimiento de carga y corriente en el circuito. Taller 2.	75
Figura 4-10: Circuito simulado con un bombillo. Taller 3.	78

Figura 4-11: Circuito simulado con dos bombillos. Taller 3.	80
Figura 4-12: Circuito simulado con tres bombillos. Taller 3.	81
Figura 4-13: Cuadros diligenciados de manera errónea.	85
Figura 4-14: Circuitos simultáneos en el simulador. Paso 5-b.	85
Figura 4-15: Diagrama esquemático esperado. Conexión 1.	88
Figura 4-16: Esquemas dibujados por los estudiantes. Paso1-1.	90
Figura 4-17: Diagrama esquemático esperado. Conexión 2.	91
Figura 4-18: Esquemas dibujados por los estudiantes. Paso1-2.	93
Figura 4-19: Diagrama esquemático esperado. Conexión 3.	94
Figura 4-20: Esquemas dibujados por los estudiantes. Paso1-3.	95
Figura 4-21: Simulador de la Ley de Ohm.	97
Figura 4-22: Diagrama esquemático esperado. Conexión 3.	98
Figura 4-23: Conexión circuito 1. Paso 1–a.	98
Figura 4-24: Conexión circuito 2. Paso 2 – a.	100
Figura 4-25: Circuito del paso 4. Sesión 5.	103
Figura 4-26: Algunas ecuaciones formuladas por los estudiantes.	106
Figura 4-27: Esquema de solución para el problema 1.	109
Figura 4-28: Entregas para el problema 1.	110
Figura 4-29: Esquemas de solución para el problema 2.	111
Figura 4-30: Entrega para el problema 2.	112
Figura 4-31: Esquema de solución para el problema 3.	113
Figura 4-32: Entregas para el problema 3.	114
Figura 4-33: Esquemas de solución para el problema 4.	114
Figura 4-34: Entregas para el problema 4.	116
Figura 4-35: Esquemas de solución para el problema 5.	116
Figura 4-36: Entregas para el problema 5.	118

Figura 4-37: Esquema de solución para el problema 6.	118
Figura 4-38: Entregas para el problema 6.	119
Figura 4-39: Esquema de solución para el problema 7.	120
Figura 4-40: Entregas para el problema 7.	121
Figura 4-41: Esquemas de solución para el problema 8.	121
Figura 4-42: Entregas para el problema 8.	123

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Competencias y desempeños.....	51
Tabla 3-2: Actividades de la secuencia didáctica.	54
Tabla 4-1: Cuadro comparativo. Paso 5-a.	84
Tabla 4-2: Características mencionadas por los estudiantes después de armar los circuitos.	102
Tabla 5-1: Análisis de resultados. Sesión 1.	126
Tabla 5-2: Análisis de resultados. Sesión 2.	127
Tabla 5-3: Análisis de resultados. Sesión 3.	128
Tabla 5-4: Análisis de resultados. Sesión 4.	129
Tabla 5-5: Análisis de resultados. Sesión 5.	130
Tabla 5-6: Comparación del estado inicial y final.	133

Lista de anexos

Pág.

Anexo 1: Práctica preliminar de circuitos eléctricos.....	142
Anexo 2: Práctica de circuitos en configuración serie	147
Anexo 3: Práctica de circuitos en configuración paralelo	151
Anexo 4: Problemas de conexión.....	155
Anexo 5: Elementos matemáticos	159
Anexo 6: Propuestas para los problemas de diseño	163

Introducción

La enseñanza de la asignatura Tecnología e Informática en las instituciones educativas, es vista en muchos casos por los estudiantes como una asignatura orientada solo al manejo de equipos de cómputo. Desconociendo el papel de la educación tecnológica en la sociedad, además de su relación con otros campos del conocimiento, lo que le dificulta al estudiante tener una mirada más amplia de cómo se podrían relacionar los contenidos de varias asignaturas en su proceso educativo.

La temática análisis de circuitos eléctricos aparece explícitamente como una de las competencias de ciclo II establecidos por el Ministerio de Educación Nacional en los lineamientos para el área de Ciencias Naturales. No obstante, con esta misma temática se puede desarrollar un componente matemático, haciendo mediciones de las variables que intervienen en el funcionamiento de los circuitos eléctricos y analizándolas posteriormente, señalando cómo cambian en las diferentes configuraciones que se pueden abordar.

Todo ello, puede hacerse mediante el uso de herramientas informáticas para la simulación y la implementación de laboratorios reales, en donde los estudiantes pueden utilizar instrumentos y herramientas para tal fin. Es por ello, que el área de Tecnología permite de acuerdo con sus lineamientos establecer contenidos de las asignaturas mencionadas e integrarlas por medio de prácticas experimentales.

Una de las metodologías existentes para el desarrollo de las prácticas experimentales es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta metodología permite diseñar y aplicar prácticas que, por medio de la exploración ayuda a los estudiantes a construir su propio conocimiento y afianzarlo con la guía del docente. A la vez, que cuenten con la capacidad de resolver en grupo problemas de conexión de circuitos eléctricos presentes en situaciones cotidianas y lo puedan sustentar, fortaleciendo el aprendizaje colaborativo y apoyándose mutuamente para consolidar el aprendizaje.

En concordancia con lo expuesto anteriormente, en esta investigación se genera una propuesta de enseñanza fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas sobre el tema análisis de circuitos eléctricos, en miras a identificar habilidades de pensamiento matemático, científico y tecnológico e integrarlas en la asignatura Tecnología e Informática con estudiantes de grado 4° del Colegio Arborizadora Baja IED.

Para ello, se desarrolla una secuencia didáctica que consta de una práctica preliminar de circuitos eléctricos, en la cual se reconocen habilidades y nociones que los estudiantes tienen en relación al tema. A partir de esta información se diseñan las siguientes tres prácticas de fundamentación motivando a los estudiantes a desarrollar un trabajo autónomo en cada una de ellas. Así, se busca que los estudiantes cuenten con un mínimo acompañamiento en la ejecución de las actividades y generen sus propias conclusiones, retroalimentando con orientación del docente la información obtenida en cada una de dichas prácticas. Después de la etapa de fundamentación los estudiantes presentan en grupos la solución a un problema de conexión similar al usado en una situación cotidiana.

Los alcances de este trabajo de investigación muestran que es posible abordar temas de la asignatura Tecnología e Informática e integrarlos con otras asignaturas afines, ampliando los contenidos correspondientes al componente tecnológico para cambiar el imaginario de que la asignatura debe enseñar temas referidos únicamente al campo de la informática y, que por el contrario utiliza otras herramientas para enseñar tópicos más complejos en los primeros niveles de educación. De este modo, se podría reconocer la temática abordada como precedente en el colegio, como uno de los pilares integradores hacia otros campos del conocimiento.

En este documento se presentan 6 capítulos. En el primero se abordan los aspectos preliminares de identificación del problema el cual incluye: antecedentes, descripción del problema, pregunta problema, justificación, objetivos y metodología. En el segundo capítulo, se relacionan los aspectos teóricos y pedagógicos. En el tercer capítulo se dispone la secuencia didáctica, en la que se presentan las fases y etapas de la investigación cualitativa y la metodología elegida para el desarrollo de esta propuesta. En el capítulo 4 se encuentran los resultados obtenidos en el desarrollo de la propuesta de aprendizaje, allí se relacionan las apreciaciones y respuestas emitidas por los estudiantes en cada una de las actividades. En el quinto capítulo, se realiza el análisis de resultados alcanzados después realizar el trabajo de campo, filtrando la información obtenida y

relacionándola con los desempeños de las áreas integradas en el ciclo II. Por último, en el sexto capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

Capítulo 1

1 Aspectos preliminares

En esta sección se describen los aspectos referentes a la identificación del problema de investigación, justificación, objetivos y la metodología elegida para desarrollar el trabajo.

1.1 Identificación del problema

A continuación, se presenta una revisión literaria de los trabajos de investigación realizados a nivel nacional e internacional ordenados cronológicamente, referentes a la metodología y objeto de estudio, así como la descripción del problema y la pregunta orientadora para la investigación.

1.1.1 Antecedentes

Existen varios trabajos que investigan sobre enseñanza fundamentada en la metodología de *Aprendizaje Basado en Problemas* (ABP), al igual que trabajos de investigación que utilizan herramientas virtuales como recursos didácticos. Sin embargo, a nivel nacional no se encontraron trabajos que hagan un estudio sobre el tema de circuitos eléctricos como eje transversal para la enseñanza de competencias en Tecnología, Ciencias y Matemáticas por medio del ABP y el uso de simuladores. La mayoría de las investigaciones consultadas, aunque se centran en la enseñanza de temas relacionados a circuitos eléctricos, están dirigidas a estudiantes de secundaria e incluso a estudiantes universitarios, en las que se

exponen problemáticas de aprendizaje sobre el tema y se halla pertinencia en la aplicación de sus estrategias didácticas.

En el año 2011 se llevó a cabo un estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, titulado **Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños** (Angarita Velandia et al., 2011), desarrollado en la ciudad de Duitama, Boyacá. El estudio muestra los resultados de utilizar material didáctico diseñado especialmente para la enseñanza de conceptos de Ciencia y Tecnología, dirigido a niños de básica primaria. En el desarrollo de este estudio se hicieron 3 actividades, la primera con el fin de evaluar los conceptos previos de los estudiantes acerca de ciencia y tecnología, en la segunda actividad se aplicaron materiales didácticos para la comprensión de conceptos científicos y tecnológicos. Al final se hizo un sondeo para evaluar si los estudiantes habían obtenido nuevos conocimientos y si el material suministrado fue el adecuado para el propósito de enseñanza-aprendizaje. Entre los elementos didácticos se encuentra un software llamado “Conoce la Energía”, el cual permite observar varias fuentes de energía, particularmente la influencia de la energía solar en las plantas y el medio ambiente en general, el segundo elemento utilizado como herramienta didáctica fue un entrenador de circuitos básicos, el cual los estudiantes podían manipular y estudiar el funcionamiento de interruptores y configuración de circuitos serie, paralelo y mixto, ambos elementos didácticos fueron diseñados por los investigadores.

Para la primera parte del estudio los investigadores identificaron que los estudiantes tienen una idea más acertada sobre la ciencia, haciendo asociaciones con el entorno vivo y con la investigación, sin embargo, no la asocian con otras áreas del conocimiento. En cuanto al concepto de Tecnología los estudiantes lo relacionan más al estudio de la informática, sin reconocer el papel de la tecnología como una aplicación de la ciencia para solucionar problemas. La utilización del software permitió a los estudiantes reconocer la mayoría de las fuentes de energía existentes, dando a la clase una metodología más participativa y didáctica. En cuanto al uso del entrenador, permitió a los estudiantes experimentar y comprender fenómenos eléctricos que se pueden encontrar en la cotidianidad. Después del uso de las herramientas, los estudiantes manifestaron que les gustaría utilizar estas herramientas con mayor frecuencia en las clases. Como resultado de este estudio se destaca que el haber usado las herramientas didácticas en la clase cambió considerablemente el concepto de ciencia y tecnología por parte de los estudiantes, obteniendo porcentaje de acierto mayor al 63%.

El estudio concluye mencionando que las herramientas didácticas en el aula son parte fundamental para fortalecer el proceso de enseñanza–aprendizaje sobre la ciencia y la tecnología, no solo para estudiantes, sino también para los docentes, ya que este tipo de elementos permiten centrar la atención del estudiante de una manera más efectiva comparado con una clase tradicional, además de acercar al estudiante a las situaciones reales que son objeto de estudio y aplicación del conocimiento.

Para el año 2014 en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) se presentó la investigación titulada **Propuesta didáctica para la Enseñanza de Circuitos Eléctricos Básicos** (León et al., 2014), desarrollada con estudiantes universitarios, la cual se realiza a partir del modelo constructivista y dos de sus variables: el aprendizaje significativo y el aprendizaje colaborativo. Antes de aplicar la propuesta, se realizó una prueba (DIRECT – Determining and Interpreting Resistive Electric Circuit Concepts Test) con el fin de observar el desempeño de los estudiantes en análisis de circuitos de corriente directa, formados con el modelo de enseñanza tradicional y obteniendo malos resultados. La metodología de la investigación se desarrolló en tres etapas, la primera fue hacer el planteamiento de las temáticas a trabajar, la segunda consistió en organizar grupos de trabajo en los cuales se asignaban diferentes roles para denotar un trabajo colaborativo, en donde cada integrante del grupo se encargó de trabajar una temática individual que complementara a las de sus compañeros de equipo. Posteriormente debía presentarla y socializarla, después con ayuda de todos los integrantes se debía lograr desarrollar un trabajo práctico que involucrara los saberes individuales y grupales. En el proceso se aplicaron evaluaciones continuas, formativas y finales para determinar los avances en el aprendizaje.

Como resultados de esta investigación se encontró que el modelo de enseñanza tradicional no es el más adecuado para el proceso de enseñanza-aprendizaje para el tema de circuitos eléctricos, por el contrario, debido a que la propuesta se basa en un modelo de aprendizaje activo, es pertinente utilizarlo para mejorar sus resultados ya que el estudiante se convierte en parte fundamental del grupo de trabajo y puede alcanzar mejores resultados de forma colectiva.

En el año 2014 se desarrolló un trabajo de investigación desde la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, titulado **Estrategia de aprendizaje basado en problemas para enseñar circuitos** (Becerra Rodríguez, 2014). En este trabajo el investigador genera una

propuesta didáctica utilizando un tablero inalámbrico de bajo costo y software experimental, buscando brindar confianza y motivar a estudiantes de ciclo V (11°) con respecto al campo de estudio. El problema que el investigador encontró está en las dificultades que tenían algunos estudiantes respecto a conceptos de circuitos, su interpretación de representaciones esquemáticas y lectura de valores en las mediciones numéricas de las variables eléctricas.

La intención del investigador era proponer que por medio de la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) los estudiantes se motivaran y logaran implementar circuitos eléctricos siguiendo una representación esquemática, y a partir de software de simulación (Circuit Maker), reconocieran los componentes y conceptos básicos de la naturaleza de la electricidad e interpretaran los valores generados por los instrumentos empleados en la simulación.

Como resultados de este trabajo, el investigador destaca que gracias a la metodología empleada se evidenció un proceso activo del desarrollo de su conocimiento, y a partir de situaciones problema se pudieron introducir al aula el modelamiento matemático, logrando aproximar a los estudiantes a una buena comprensión del fenómeno. Por último, destaca el uso del tablero y el software educativo como una herramienta indispensable para contrarrestar la desmotivación y generar confianza en los estudiantes.

En 2015 se presentó un trabajo de investigación desarrollado en la Universidad de la Costa, Colombia, titulado **Estrategia Didáctica para la Enseñanza y Aprendizaje en el laboratorio de Circuitos Eléctricos de la Universidad de la Costa CUC** (Dederlé Caballero & Pérez Villareal, 2015). En esta investigación se presentó una propuesta didáctica fundamentada en el aprendizaje colaborativo y teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje centrados en el tema de circuitos eléctricos. La propuesta se encaminó a proponer elementos y herramientas didácticas apoyadas en las TIC's para mitigar las dificultades que tenían los estudiantes universitarios del programa de Ingeniería Eléctrica en la etapa experimental.

Antes de la aplicación de la propuesta se identificaron cuáles eran las estrategias didácticas utilizadas para el desarrollo de las temáticas y de este modo establecer la metodología. Por ello, se realizan encuestas a los estudiantes que han tenido clases prácticas y así tratar de percibir su impresión sobre la forma como se desarrollaban las clases. Igualmente se realizaron conversatorios con los docentes que han dirigido dichas asignaturas para tener en cuenta sus experiencias. Por otro lado, se revisaron las

estrategias implementadas para orientar la asignatura de circuitos eléctricos en otras universidades de la misma ciudad.

A partir de esta información y teniendo en cuenta los lineamientos académicos de la institución, se establece un módulo orientador para la asignatura apoyado en recursos TIC el cual busca integrar la teoría y la práctica, estableciendo pautas y criterios de evaluación que el estudiante debe conocer previamente, todo lo anterior se encauza en tratar de convertir al estudiante en el protagonista de su propio aprendizaje y contribuir al logro de aprendizajes significativos.

Como resultados de la investigación, se evidencia que para la asignatura se requiere promover el uso de herramientas TIC, mejorando la motivación y así mismo garantizando un nivel superior de aprendizaje. En esta investigación se contempla al docente como un facilitador, el cual se apoya en el módulo didáctico propuesto por los investigadores, buscando posicionar las prácticas como parte fundamental en el aprendizaje de conceptos y análisis de circuitos eléctricos.

En el año 2015 se presentó una investigación originada en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, titulada **Estudio de los Circuitos Eléctricos: Implicaciones disciplinares y didácticas en el proceso de enseñanza en estudiantes de grado quinto** (García Camargo, 2015). La investigación nace en la observación de clases de ciencias durante el proceso de práctica pedagógica en un colegio distrital de la ciudad de Bogotá, Colombia, con estudiantes de quinto de primaria.

Se observó la forma como son abordadas las temáticas del área de Ciencias Naturales, particularmente el tópico de circuitos eléctricos para Física, y se identifica que el docente no posee formación especializada en el área, encontrando vacíos en las explicaciones de los fenómenos naturales y dificultades en los procesos de enseñanza.

Para el propósito de la investigación, se diseñó e implementó una estrategia didáctica en la que los estudiantes debían desarrollar actividades en tres momentos, en los cuales se hizo un reconocimiento de nociones e ideas previas sobre conceptos y experiencias inherentes al tema de aprendizaje, después se implementaron algunas actividades referentes a las características de los tipos de materiales que pueden tener los elementos de un circuito. Por último, se realizan actividades de reconocimiento de los elementos que hacen parte de este y de cómo dichos elementos se interconectan para construir uno funcional. Cada una de las actividades se evaluó por medio de observación, discusión y cuestionarios.

Como resultado de la investigación se encontró la pertinencia en identificar nociones e ideas previas con respecto al tema a trabajar, presentar los procesos y referentes históricos que hacen posible la explicación de un fenómeno físico e identificar los factores que favorecen el proceso de enseñanza de la física para aplicarlos a buen término en el aula.

En el año 2016 se realizó un trabajo de investigación desde la Universidad Nacional de Colombia, titulado **Enseñanza de la Ley de Ohm y su Aplicación de los Circuitos Eléctricos en el Grado 11 de la Institución Educativa “Ismael Perdomo Borrero”** (Calderon, 2016), en la cual se implementaron prácticas de laboratorio virtual con una muestra de estudiantes de grado 11 en una institución educativa del departamento del Huila, Colombia. El fin de esta investigación fue ejecutar estrategias para que los estudiantes mejoraran sus desempeños en la modalidad de Media Técnica que hace parte de la institución educativa.

La metodología consistió en hacer un diagnóstico y contextualización inicial sobre los contenidos que se debían tener en cuenta para abordar la temática central, de acuerdo a ello, hacer el diseño de las actividades y prácticas a desarrollar en el transcurso del trabajo con los estudiantes, allí se presentaron recursos virtuales e informáticos para motivar a los estudiantes y hacer las prácticas de circuitos eléctricos. Al finalizar, se evaluaron los resultados de aprendizaje después de haber realizado las prácticas virtuales. Una vez terminado el trabajo de campo, se aplicó un post-test para evaluar el aprendizaje logrado y la motivación de los estudiantes por el tema tratado.

Como resultados de la investigación, se logró a raíz del uso y manejo de recursos TIC, aumentar la disposición y motivación de los estudiantes para realizar las actividades propuestas, además de facilitar la apropiación y el aprendizaje de los estudiantes con el tema de la ley de Ohm y su aplicación a los circuitos eléctricos.

En el ámbito internacional se encuentra una mayor variedad de estrategias integradas y apoyadas en diversas metodologías de aprendizaje para la enseñanza de los circuitos eléctricos. No obstante, también se encuentra que van en su mayoría dirigidos a los niveles de secundaria y universitario.

En México se presentó para el año 2012 una propuesta metodológica basada en Aprendizaje Activo: **Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato** (Agüero et al., 2012), con el fin de promover en los estudiantes de secundaria el aprendizaje de algunos

conceptos sobre electricidad, particularmente el voltaje, la resistencia eléctrica y la corriente eléctrica. El cómic forma parte de la propuesta en la cual también hay diferentes prácticas experimentales de bajo costo, discusiones grupales y clases. Las actividades buscan mejorar la comprensión de los conceptos mencionados y su relación (Ley de Ohm). La propuesta se aplicó con un grupo de estudiantes de secundaria y se compararon sus resultados con un grupo control de características similares. La evaluación de la propuesta se hizo mediante la Evaluación conceptual de Circuitos Eléctricos (ECCE) diseñada por David Sokoloff (U. Oregón USA), físico y profesor emérito universitario.

En esta investigación se diseñó un pre-test y un post-test. De este modo, se buscó comparar los resultados al inicio y al final de la aplicación de la propuesta, también se siguió una secuencia didáctica diseñada previamente en 8 clases de 1.5 horas cada una, aplicando la metodología de aprendizaje activo con varios tipos de trabajo práctico e involucrando manejo u observación de objetos o materiales.

Las clases se realizan teniendo en cuenta 5 fases, en la primera, los estudiantes observan e interactúan con experimentos sencillos, en cada uno de los experimentos presentados a los estudiantes se enuncian preguntas orientadoras referentes al tema de circuitos eléctricos, las cuales deben ser analizadas de manera individual. En la segunda fase, los estudiantes tienen espacio para hacer una discusión en grupos pequeños acerca de las observaciones realizadas a los experimentos planteados. También hay un espacio para leer páginas de un comic relacionado con los temas que se están tratando y otras actividades para consolidar las ideas generadas en el análisis. En la tercera fase, los estudiantes inician con la puesta en práctica de lo aprendido y construyen sus propios circuitos en configuración serie y paralelo con bombillos, observando el brillo en las diferentes configuraciones y haciendo toma de mediciones de las variables eléctricas, voltaje, corriente y resistencia. En la cuarta fase, se hace un trabajo de retroalimentación retomando lo aprendido en las conexiones serie y paralelo para hacer una combinación, de este modo llegar a la implementación de un circuito mixto en el cual deben hacer el mismo análisis de la fase anterior. En la quinta y última fase se propone a los estudiantes hacer la continuación del comic que usaron para consolidar la información después de la observación a los experimentos.

Al finalizar, dos semanas después se aplica el post-test para evaluar si se logró un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes durante el desarrollo de las clases. El grupo control también hizo prácticas con los mismos temas durante 8 sesiones, a diferencia

del grupo de prueba las clases fueron de manera tradicional y aunque también hicieron laboratorios, se proponían procedimientos cerrados y preguntas puntuales para hacer los respectivos análisis.

Como resultados de esta investigación, después de analizar el pos-test se encontró una ganancia en 9 respuestas de 13, en comparación con el pre-test. Mientras que en el grupo control se encontró solo ganancia en 4 de las preguntas, lo que indica que la aplicación de una metodología de enseñanza-aprendizaje usando herramientas didácticas y prácticas experimentales acompañadas del modelo de aprendizaje activo, promueve mejores resultados de aprendizaje que los del modelo tradicional.

Una de las conclusiones más relevantes de la investigación aparte de la importancia de usar herramientas didácticas como el cómic y los laboratorios experimentales, es que la secuencia didáctica diseñada es factible para aplicar en instituciones con diversidad en los niveles de aprendizaje, ya que logra enganchar a los estudiantes menos aventajados y potenciar sus habilidades para lograr un aprendizaje significativo.

En el año 2018 se presentó un trabajo de dos investigadores pertenecientes a las instituciones: Universidad de Costa Rica y Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica, titulado **Fortaleciendo la enseñanza de la física en un colegio científico costarricense mediante el uso del laboratorio remoto VISIR** (Arias Navarro & Arguedas-Matarrita, 2018). En este trabajo se muestra el uso de un laboratorio virtual remoto como estrategia didáctica apoyada en las TIC's para fortalecer la enseñanza de la Física, llevándola a las casas de los estudiantes y promoviendo la implementación de nuevas metodologías de enseñanza.

La metodología de trabajo con los estudiantes consistió en explicarles cómo se usaba el LR (Laboratorio Remoto) y a partir de ello asignar un ejercicio de laboratorio para ser solucionado y posteriormente presentado en grupo con un informe. Se usó el LR-VISIR (Virtual Instruments System in Reality) de la Universidad de Deusto, Bilbao, España. Al finalizar la entrega de los informes se realiza una encuesta de aprobación referente al uso de la plataforma web.

Como resultado de la investigación se encuentra que la utilización de esta herramienta fortalece el aprendizaje autónomo de los estudiantes, además presenta de manera novedosa una metodología de enseñanza-aprendizaje, siempre y cuando se realice un adecuado proceso de introducción para el manejo del software. También desvanece el

límite de la institución educativa como único espacio de experimentación y logra llevarlo hasta los hogares de los estudiantes.

En Ecuador se realizó para el año 2019 un trabajo de investigación titulado **El software open source Crocodile como recurso didáctico para el aprendizaje de circuitos eléctricos con los estudiantes en octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período abril 2019 - agosto 2019** (Tierra Satán, 2019). La propuesta de investigación surgió como necesidad de contrarrestar el déficit de material para la realización de prácticas de circuitos eléctricos que deben desarrollar estudiantes universitarios en el programa de Ciencias Exactas. Como herramienta didáctica se propuso la utilización del software de simulación Crocodile, señalando que este tipo de herramientas son de fácil acceso, bajo costo y de gran ayuda para facilitar la comprensión y asimilación de conceptos, contribuyendo a mejorar el rendimiento académico. Durante el desarrollo de la investigación los estudiantes aprendieron a utilizar el software y se apoyaron en él para realizar las diferentes actividades prácticas correspondientes a la temática de circuitos. Al finalizar, se emplearon encuestas para retroalimentar el nivel de aceptabilidad del uso del software como recurso didáctico.

Como resultados de esta investigación se destaca que, mediante la utilización del software los estudiantes lograron reconocer de forma más fácil componentes eléctricos o electrónicos por medio de su simbología. Del mismo modo, la utilización del software fortaleció los conocimientos en un 95% de los estudiantes ya que, lograron comprender de forma conceptual y experimental fundamentos básicos de la electricidad. Estos resultados ayudaron a mejorar sus calificaciones en la asignatura cursada.

En la Universidad Politécnica de Sinaloa, México, se realizó en el año 2020 el trabajo de investigación titulado **Uso de simuladores computacionales y prototipos experimentales orientados al aprendizaje de Circuitos Eléctricos en Alumnos de Educación Básica**¹ (Espino Román et al., 2020). El estudio se realizó con el objetivo de

¹ Distribución de los niveles educativos en México:
<https://www.planprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/biblioteca/basica-educ-fisica/III-LA-EDUCACION-BASICA.pdf> (SEP, 2017)

integrar en las prácticas experimentales, el uso de software de simulación y la construcción de prototipos experimentales como una estrategia para la enseñanza de circuitos eléctricos y electrónicos.

La metodología desarrollada consistió en implementar una práctica de laboratorio denominada “Los robots requieren de circuitos” y se aplicó a una muestra de estudiantes divididos en dos grupos. El primero de ellos fue un grupo activo el cual realizó las simulaciones y la construcción del prototipo experimental y el segundo fue un grupo de control el cual solo realizó el prototipo. Para la obtención de resultados se aplicaron dos cuestionarios, uno previo y otro posterior a la ejecución del laboratorio, diseñados para obtener información sobre los aspectos teóricos, principios básicos de electricidad, circuitos eléctricos y uso de instrumentos. Al finalizar se encontró un porcentaje de 86% de calificación del grupo activo comparado con 39% del grupo control.

El estudio concluye afirmando que el uso de herramientas de simulación integrada con la construcción experimental, motiva y despierta el interés en los estudiantes por el tema, tiene un nivel alto de aceptabilidad y contribuye a mejorar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Investigadores pertenecientes a las universidades de Jaén y Murcia, realizaron un trabajo titulado **¿Qué se puede aprender “Jugando con electricidad” en educación infantil?** (Rodríguez Moreno et al., 2020). El trabajo de investigación presenta una experiencia realizada con estudiantes de ciclo II (5 años) en una institución educativa pública de Andalucía. Inicialmente con la necesidad de diseñar, aplicar y evaluar una unidad didáctica para enseñar a los estudiantes generalidades sobre los fenómenos que hacen posible el funcionamiento de un circuito eléctrico.

Para desarrollar el trabajo con los estudiantes se realizaron 12 sesiones en donde se proponían diferentes actividades, en su mayoría lúdicas para captar la atención de los niños, con discusiones grupales a partir de preguntas orientadoras por parte de la docente guía, planteamiento de situaciones problemas para ser resueltas por los estudiantes de manera grupal, trabajo individual para consolidar los temas discutidos en grupo, prácticas con representaciones simbólicas y trabajo de refuerzo para realizar en casa con ayuda de los padres y en la última sesión se realizó una actividad de evaluación de forma lúdica.

Uno de los retos de la investigación fue recolectar la información, debido a que los niños a esta edad no manejan bien procesos de lectoescritura. Sin embargo, en las discusiones grupales, los trabajos individuales y las tareas realizadas con los padres, sirvieron como

medio para recolectar información y alimentar el diario de campo de la docente respecto al proceso de aprendizaje.

Como resultado de esta investigación se encontró que es primordial hacer una planificación contextualizada de las actividades para desarrollar la temática. A partir de ello se observó que los niños tienen un potencial bastante desaprovechado en las aulas y que en ocasiones la sobreprotección de los padres se antepone al desarrollo de actividades que les permitan demostrar su capacidad de observación e interacción con el entorno. Al final se halló que los estudiantes desarrollaron capacidades como identificación de aparatos y representación e interacción con componentes de un circuito básico. Asimismo, la propuesta contribuyó a mejorar sus habilidades comunicativas y su actitud ante el trabajo cooperativo.

Desde una perspectiva más general, se comprende que la anterior revisión de antecedentes muestra relación respecto a la forma como se desarrolló la secuencia didáctica dirigida a los estudiantes en cada uno de los estudios realizados, obteniendo resultados positivos en los procesos de enseñanza aprendizaje. En particular se observa que se implementó trabajo práctico y experimental usando herramientas didácticas apoyadas en las TIC's, las cuales fueron fundamentales para fortalecer dichos procesos, referentes a temáticas relacionadas con circuitos eléctricos, lo cual, en efecto tienen que ver con la enseñanza de las ciencias.

En este marco de ideas, de los antecedentes consultados hay dos metodologías de trabajo con estudiantes que son relevantes y se toman en cuenta para el diseño de la secuencia didáctica de esta investigación, pese a que son dirigidos a estudiantes de educación superior y media. Uno de ellos es el trabajo realizado por León et al. (2014) en la UPTC, en el cual se aprecia la asignación de roles en grupos de trabajo, con el fin de desarrollar las actividades propuestas y de este modo delegar responsabilidades a los estudiantes y sean ellos los primeros responsables de su aprendizaje. De igual forma, se resaltan los aportes de Agüero et al. (2012) quienes en su investigación desarrollan una metodología fundamentada en el Aprendizaje Activo, la cual busca constantemente generar discusión entre los estudiantes de manera colaborativa antes de dar respuesta a los problemas o situaciones planteadas en el aula. De esta forma, se busca que el estudiante tenga la capacidad de consolidar y al mismo tiempo argumentar aspectos relacionados a su aprendizaje.

No obstante, se observa que la mayoría de trabajos realizados se desarrollan con un enfoque cuantitativo, por lo general este tipo de estudios impide observar detalladamente el comportamiento de los individuos al momento de enfrentarse a un problema y su forma de interactuar con el entorno para solucionarlo. En este sentido, los antecedentes consultados no presentan guías de trabajo adaptadas a estudiantes de educación primaria. Uno de los pilares para la presente investigación, es diseñar e implementar instrumentos que permitan obtener información para describirla cualitativamente y observar minuciosamente el proceso llevado a cabo con el grupo de estudiantes que hacen parte de este estudio.

1.1.2 Descripción del problema

El colegio Distrital Arborizadora Baja IED está ubicado en la localidad diecinueve -Ciudad Bolívar- Barrio Arborizadora Baja. Cuenta con una población aproximada de 2.500 estudiantes distribuidos en dos jornadas, provenientes de estratos 1 y 2, quienes presentan problemáticas convivenciales como: maltrato físico, psicológico, verbal, desacierto para solucionar conflictos, discriminación en la socialización escolar, pandillismo, entre otros. Estas dificultades hacen parte de las dinámicas propias del contexto de la mayoría de los niños, niñas y jóvenes de esta localidad (PAS Perdomo & Francisco, 2011; Salud, 2016).

Estos problemas, inciden en el desempeño que los estudiantes presentan en las diferentes actividades académicas de la institución y conlleva a mostrar deficiencia en los procesos de aprendizaje. Los docentes y directivos de la institución procuran generar constantemente estrategias pedagógicas, tales como: programas técnicos, deportivos y banda de música en contra jornada, así como escuelas de padres, programas de inclusión y bilingüismo, entre otros. Las cuales permiten mitigar estas dificultades que, aunque son generadas por circunstancias externas, repercuten en la institución y hacen los procesos de enseñanza-aprendizaje más lentos, al mismo tiempo que distraen y desmotivan a los estudiantes.

Por medio de las diferentes estrategias que generan los docentes y la institución misma, se busca que los componentes de las diferentes asignaturas tengan un valor de aplicabilidad en la cotidianidad a largo plazo, estableciendo como pilares institucionales: autogestión, comunicación, tecnología y convivencia, tal y como se menciona en la visión de la institución (Colegio Arborizadora Baja, 2020).

Una de las estrategias que se implementan en la institución educativa desde hace varios años, es tomar como un eje transversal la educación en tecnología, partiendo desde los niveles de educación primaria (de 0° a 5°) (MEN, 2009). Entendiendo que desde estos niveles y teniendo en cuenta las edades de los estudiantes (entre 5 y 10 años) se puede estimular de una mejor manera el aprendizaje de los niños en las diferentes asignaturas de cara los siguientes niveles de formación. Tal y como lo describe (Siraj-Blatchford, 2005) en su texto *Nuevas tecnologías para la educación infantil y primaria*.

... “a esta edad, los niños son especialmente curiosos y están abiertos a nuevas ideas y experiencia”.

En el mismo texto Siraj-Blatchford (2005), menciona:

“Con el fin de aprovechar todo el potencial de la tecnología de la información, es importante complementar la introducción de las soluciones tecnológicas actuales de las escuelas de hoy con una visión del futuro a largo plazo”.

De este modo, se intenta por medio de la asignatura de Tecnología e Informática brindar a los estudiantes herramientas sólidas para enfrentarse a la sociedad contemporánea, la cual avanza vertiginosamente, sobre todo en los aspectos tecnológicos. De acuerdo con esta intención, es necesario plantear nuevas temáticas que contribuyan a esta asignatura, generando una propuesta de aprendizaje transversal a las demás y lograr aplicar algunas de estas temáticas para resolver problemas que conciernen a situaciones o experiencias de la cotidianidad.

En el momento que surgió la idea de realizar este estudio, la mayoría de estudiantes de la Institución Educativa entendían que la asignatura de Tecnología e Informática respondía únicamente a tópicos dirigidos al software de ofimática, sin reconocer la complejidad de todas las temáticas y aspectos que debería abordar. Aspectos como manejo de herramientas e instrumentos, software más complejo, elementos básicos de programación, simulaciones educativas, entre otros. Incluso una gran variedad de temas que, de ser aplicados abriría una ventana de oportunidades para desenvolverse en la sociedad, oportunidades que en ocasiones son desaprovechadas por no poseer las habilidades tecnológicas necesarias.

Es por ello, que desde esta asignatura se propone iniciar un proceso de formación a partir de actividades que integren contenidos de matemáticas, ciencia y tecnología, con estudiantes de cuarto de primaria (ciclo II). De este modo, contribuir al desarrollo de

temáticas que se abordan desde dichas áreas tal y como se presenta en la misión de la institución en donde se pretende aplicar esta investigación (Colegio Arborizadora Baja, 2020).

Una de las temáticas que facilita abordar estas disciplinas es el análisis de circuitos eléctricos, en donde se pueden estudiar las variables que intervienen en la conducción eléctrica y los factores que hacen posible el funcionamiento de un circuito. Además, afianzar la conceptualización apoyándose en herramientas informáticas como softwares de simulación y la instrumentalización de elementos de circuitos para implementar y construir diferentes configuraciones de conexión, todos estos factores se pueden enmarcar en función de entender el comportamiento de las variables eléctricas (corriente – voltaje). De este modo, se proyecta que los estudiantes puedan comprender y hacer significativos problemas desde el aula integrando las herramientas informáticas con la realización de montajes experimentales reales.

1.1.3 Pregunta problema

Conforme a lo anterior, se plantea como pregunta orientadora de este estudio:

¿Cómo el estudio de los circuitos eléctricos y sus variables (voltaje y corriente) desde la asignatura de tecnología e informática, puede integrar otras disciplinas como la matemática y las ciencias naturales para la comprensión del comportamiento de circuitos serie y paralelo, con estudiantes de 4° grado del Colegio Arborizadora Baja IED?

1.2 Justificación

Los procesos educativos históricamente han sido cambiantes respecto a la manera como han sido abordados desde varias estrategias en las que se plantean modelos, enfoques, objetivos, metodologías y evaluaciones, buscando mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estas estrategias surgen buscando legitimar desde una posición racional las prácticas de aprendizaje, con el propósito de convertir la educación en el instrumento principal para la construcción de la sociedad (Pauta Criollo, 2019).

De la misma forma, la tecnología ha evolucionado a pasos agigantados y ha contribuido a cambiar las rutinas y los modos de vida de los seres humanos, incluyendo la educación en la escuela. Tanto así, que desde los años 70 ha sido incluida como una de las disciplinas en los currículos educativos a nivel mundial, nombrada como Educación Tecnológica, con inicios en Norteamérica y con iniciación en Latinoamérica solo hasta la década de los 90, aunque es considerada como una disciplina con poca historia en dichos currículos. Sin embargo, a raíz de la demanda cualificada de puestos de trabajo, los sistemas educativos se vieron obligados a tener en cuenta este tipo de formación, reconociendo el saber tecnológico como el desarrollo de habilidades y destrezas de técnicas y procedimientos específicos para determinadas actividades (Leliwa, 2008).

Por esta razón, es necesario brindar a los jóvenes, niños y niñas del siglo XXI elementos necesarios para convertirse en sujetos autónomos. Fortaleciendo la habilidad de pensar y resolver conflictos cuando se presenten, comunicarse y desarrollar el trabajo de forma colaborativa, tener una responsabilidad social, asimismo impulsar la habilidad de explorar, crear y comunicarse, haciendo uso de las diferentes herramientas tecnológicas que tienen a su disposición. En consecuencia fomentar su capacidad para acceder de forma eficaz a la información y usarla de manera creativa (EAFIT, 2017).

En concordancia, es importante destacar que la tecnología tiene un incremento progresivo en la vida de los seres humanos y tiene un considerable nivel de uso para algunas actividades cotidianas. En ese sentido, esta realidad debería ser reflejada en la escuela integrándola como un medio para mejorar los procesos de aprendizaje. No obstante, su adopción formal en la escuela pareciera estar retrasada y no se encuentra una correlación directa con el mejoramiento de los resultados de los alumnos en evaluaciones internacionales (OECD, 2015).

Por estas razones se propone a nivel mundial trazar objetivos y metas que establezca una educación inclusiva, equitativa y de calidad. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la cultura (UNESCO, 2016) plantea los siguientes indicadores para lograr la consecución de dichos objetivos.

1. *Las acciones educativas para el uso de tecnologías digitales sean ordenadoras y constituyan parte estructural de las políticas y las reformas educativas, y no elementos aislados, laterales o marginales de acción.*

2. *Las acciones educativas para el uso de tecnologías digitales sean más efectivas, en cuando están en sintonía con el resto de las tareas, alineadas con los objetivos y con metas e indicadores claros.*
3. *Las acciones educativas para el uso de tecnologías digitales contribuyan al logro de los objetivos nacionales e internacionales de calidad educativa para todas y todos.*

En este sentido, es apropiado proponer estrategias para abordar la educación tecnológica en las aulas de manera integral, de tal forma que esté al servicio de otras disciplinas y sea un medio para que los estudiantes desarrollen un proceso de aprendizaje de manera transversal. A nivel nacional se plantea dentro de las acciones pedagógicas para el Plan Decenal de Educación 2016-2026 (MEN, 2017), que las instituciones tengan la posibilidad de “aprovechar nuevas tecnologías para apoyar la enseñanza, la construcción de conocimiento, el aprendizaje, la investigación y la innovación. Fortaleciendo el desarrollo para la vida”.

Es por ello, que esta investigación busca desarrollar una propuesta de enseñanza que integre contenidos de las áreas Tecnología, Ciencias Naturales y Matemáticas por medio del uso de herramientas tecnológicas con estudiantes de cuarto de primaria del Colegio Arborizadora Baja IED, debido a que los estudiantes presentan dificultades con la diferenciación de contenidos entre tecnología e informática, asumiendo el momento de la clase como un espacio de navegación en internet y desestimando la utilidad de las herramientas virtuales para posibilitar el proceso de aprendizaje de otras disciplinas. Sumado a esto, se evidencia ausencia de alfabetización tecnológica en algunas de las familias para guiar el uso adecuado de estas herramientas, también predisposición y mitos frente al desempeño que los estudiantes pueden mostrar haciendo uso de las herramientas virtuales como simuladores, para lograr un aprendizaje transversal en diferentes áreas del conocimiento y contribuir al mejoramiento de los procesos de aprendizaje en la escuela.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Generar una propuesta de Aprendizaje Basado en Problemas que integre las áreas: tecnología e informática, ciencias naturales y matemáticas, a partir del tema *circuitos*

eléctricos, para potenciar habilidades de pensamiento en estudiantes de 4° grado del Colegio Arborizadora Baja IED.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar competencias de pensamiento tecnológico, matemático y científico, presentes en los estudiantes de 4° de primaria del Colegio Arborizadora Baja IED a partir de una práctica de laboratorio en el tema circuitos eléctricos.
- Diseñar y aplicar prácticas de laboratorio reales y virtuales que aporten a la resolución de un problema designado, acorde a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.
- Identificar las competencias adquiridas al desarrollar prácticas básicas de electrónica en simuladores con respecto a las prácticas de laboratorio reales, identificando la relevancia de cada una de las prácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Describir y analizar las habilidades de pensamiento tecnológico, matemático y científico fortalecidas en los estudiantes de 4° grado de primaria durante el proceso de resolución del problema.
- Contribuir a los procesos de enseñanza aprendizaje identificando actividades que puedan potenciar habilidades de pensamiento tecnológico, matemático y científico en los estudiantes, desde una visión integral del conocimiento.

1.4 Metodología

La investigación cualitativa es una de las categorías de diseño de investigación que permite obtener descripciones de sucesos a partir de observaciones (Herrera, 2008). Las cuales no necesariamente tienen que ser aplicadas con ayuda de instrumentos puntuales de medición, sino más bien, pueden adoptar formas narrativas, audiovisuales e interactivas con el objeto de estudio, con el propósito de examinar en detalle la manera en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean en cada uno de los momentos y espacios de aprendizaje, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados (Hernandez Sampieri et al., 2014).

De acuerdo con lo anterior, para esta investigación se adopta un enfoque cualitativo de tipo descriptivo. Pues busca identificar y describir los avances conceptuales, actitudinales, habilidades y destrezas de los estudiantes del Colegio Arborizadora Baja IED durante el desarrollo del trabajo de campo, así como su manera de interactuar ante las diferentes actividades propuestas en la secuencia didáctica.

Por consiguiente, es importante indicar la importancia en el proceso de recolección de datos.

“La recolección de los datos está orientada a proveer de un mayor entendimiento de los significados y experiencias de las personas. El investigador es el instrumento de recolección de los datos, se auxilia de diversas técnicas que se desarrollan durante el estudio. Es decir, no se inicia la recolección de los datos con instrumentos preestablecidos, sino que el investigador comienza a aprender por observación y descripciones de los participantes y concibe formas para registrar los datos que se van refinando conforme avanza la investigación” (Hernandez Sampieri et al., 2014).

En efecto, se puede decir que la recolección de datos se hace de manera paralela al curso de la investigación, es decir, que no hace falta esperar a finalizar las actividades propuestas y aplicar una encuesta o un test, sino que en el transcurso de dichas actividades se obtiene información haciendo uso de las diferentes estrategias establecidas en el tipo de enfoque, entre las que se involucran:

“a) intensa y larga participación en el contexto investigado, b) cuidadosos registros de lo que ocurre en dicho contexto juntamente con otras fuentes de evidencia (e.g., apuntes, documentos, ejemplos de cosas hechas por los sujetos, grabaciones en audio o en video) y c) análisis reflexivo de todos esos registros y evidencias, así como descripción detallada (i.e., utilizando la narrativa y transcripciones literales de verbalizaciones de los sujetos)” (Moreira, 2002).

La investigación con enfoque cualitativo establece una serie de características que deben ser tenidas en cuenta por el investigador para poder hacer un buen proceso de interpretación y análisis de los datos extraídos durante el trabajo desarrollado, estas características son descritas de la siguiente manera por Cardona Moltó (2002):

- *Entorno natural: los fenómenos se deben estudiar tal cual como suceden naturalmente sin manipular los participantes de la situación.*
- *Los datos se recogen directamente: el investigador pasa mucho tiempo interactuando con los participantes del suceso, pero es un observador de la situación.*
- *Descripciones narrativas ricas: cada uno de los detalles debe ser tenido en cuenta por el observador, nada es trivial o poco importante.*

- *Investigación orientada por el proceso. los investigadores cualitativos quieren estar al tanto en todos los factores que motivan la conducta.*
- *Análisis de datos inductivo: el investigador está interesado en abrir nuevos caminos que lo conlleven a la comprensión del fenómeno, por lo tanto, primero hace la recolección de datos para su posterior síntesis.*
- *Perspectiva de los participantes: el investigador toma en cuenta la realidad desde la perspectiva neta de los participantes, es decir, no fomenta intuiciones sobre las posibles acciones en una determinada situación.*
- *Diseño emergente: el curso de la investigación cuando es cualitativa puede cambiar durante la marcha, a medida que se van recolectando los datos se pueden tener variaciones de forma, es crucial para una buena interpretación de las situaciones y por supuesto para conocer de cerca a los participantes.*

En consecuencia, la obtención de información para este estudio se realizará por medio de: la observación participante y narrativas del investigador, encuestas, entrevistas, registros audiovisuales y revisión de escritos, con estudiantes de cuarto de primaria (4°) de la jornada tarde pertenecientes a la institución educativa durante la clase de Tecnología e Informática.

Dentro de este marco, es importante tener en cuenta que antes de llegar al análisis es necesario desarrollar algunas categorías y subcategorías observables que el investigador puede tener en cuenta dependiendo del nivel de conciencia que le asigne a su información. A continuación, se presentan las categorías y subcategorías indicadas por Urbano Gómez (2016), además de los pasos a tener en cuenta para hacer el análisis.

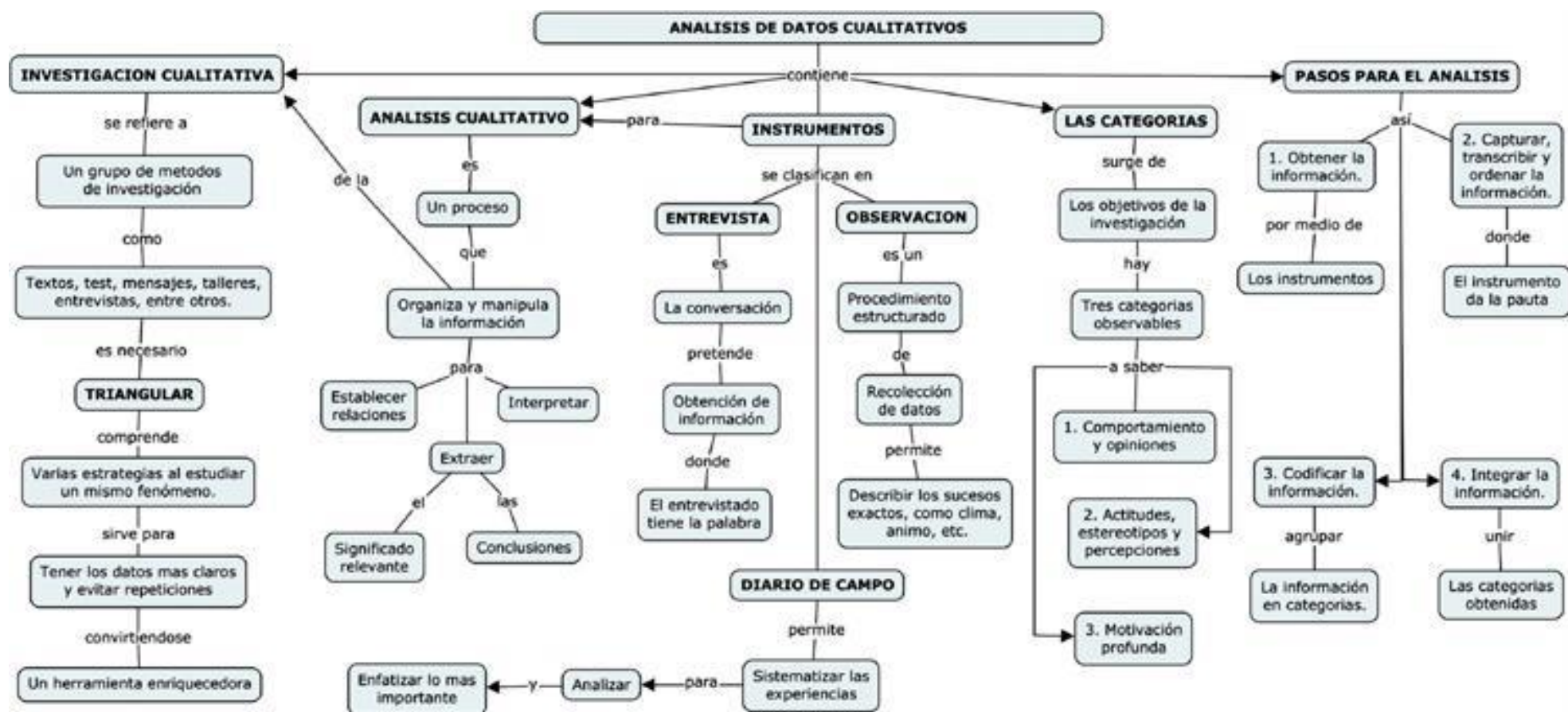
1. *Comportamiento y opiniones.*
2. *Actitudes, estereotipos y precepciones.*
3. *Motivación profunda.*
 - *El análisis del nivel consciente.*
 - *La triangulación.*

Después las categorías es necesario tener en cuenta los siguientes pasos para hacer el análisis.

1. *Obtener la información.*
2. *Capturar, transcribir y ordenar la información.*
3. *Codificar la información.*
4. *Integrar la información.*

Los anteriores aspectos se pueden ver de manera más detallada en el cuadro que muestra la Figura 1-1.

Figura 1-1: Análisis de datos cualitativos (Urbano Gómez, 2016).



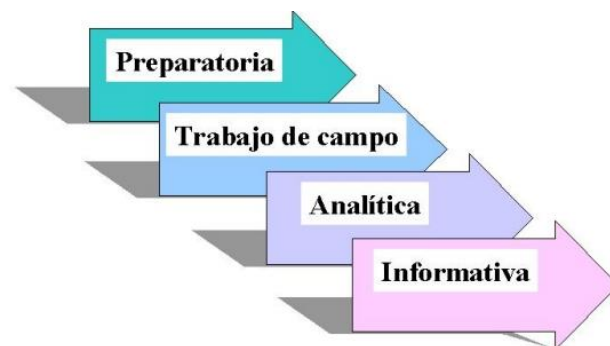
En definitiva, la investigación con enfoque cualitativo es pertinente para este estudio ya que permite al investigador obtener datos de concepciones, imágenes mentales, creencias, emociones, interacciones, pensamientos, experiencias y vivencias manifestadas en el lenguaje de los participantes (Hernandez Sampieri et al., 2014). Estos datos se recolectarán con el fin de analizarlos y comprenderlos, de este modo se busca responder a la pregunta orientadora de la investigación.

Por ello, las actividades ligadas a este estudio están diseñadas con instrucciones que permiten a los estudiantes abordarlas con autonomía y apoyarse con las herramientas que estén a su alcance, además que puedan interactuar con sus compañeros y desenvolverse naturalmente en su entorno de clase. Atendiendo a los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2013), el cual señala una metodología de enseñanza por indagación como un abordaje que se inscribe dentro de la línea constructivista del aprendizaje activo, y bajo la guía del docente para posicionar a los estudiantes como generadores activos de conocimiento a partir de sus propias experiencias.

De este modo, se entiende la metodología cualitativa como un método de investigación que permite al investigador observar y analizar el comportamiento de los participantes del estudio, orientados a construir un aprendizaje basado principalmente en la experimentación y desarrollo de las diferentes actividades grupales propuestas, destacando que cada uno de los participantes debe ser responsable de su aprendizaje.

En concordancia con lo anterior, es importante seguir un proceso para realizar la investigación, por ello se plantean las siguientes fases en el proceso de investigación cualitativa.

Figura 1-2: Proceso de investigación cualitativa (Rodríguez Gómez et al., 1999).



En tal sentido, se plantean actividades para desarrollar el estudio siguiendo las fases de la investigación con enfoque cualitativo de la siguiente manera:

Fase preparatoria: En esta fase se hace una contextualización del entorno académico para la asignatura de Tecnología e informática, posteriormente se identifica el problema de la investigación y se propone hacer un estudio para evaluar una posible solución. Por ello, se hace el diseño de una secuencia didáctica para seis sesiones de clase en la cual se establece como primera actividad, una práctica preliminar de circuitos eléctricos, en dicha práctica los estudiantes deben interactuar con algunas conexiones reales y simuladas, posteriormente describirlas teniendo en cuenta las situaciones específicas de cada una.

Fase de trabajo de campo: Con los resultados obtenidos en la práctica preliminar de circuitos eléctricos, se puede obtener información respecto al estado conceptual y experimental de los estudiantes acerca del tema. A partir de ello se diseñan las actividades posteriores. Dichas actividades también deben servir como etapa de fundamentación para el desarrollo de un proyecto final que reúna todos los aprendizajes de las prácticas experimentales, reales y simuladas, con el fin de proponer una posible solución a un problema que se podría presentar en la vida cotidiana.

Toda la secuencia de actividades desarrolladas por los estudiantes está enmarcada en el modelo ABP. Los estudiantes realizan en la etapa de fundamentación un trabajo cooperativo guiado por el docente, para posteriormente, por medio de un trabajo colaborativo en donde se apoyen mutuamente, puedan realizar el proyecto final poniendo en práctica su aprendizaje y den solución al problema mencionado.

Fase analítica: Teniendo en cuenta las características del enfoque de la investigación, la recolección y análisis de datos se desarrolla durante todo el trabajo de campo, observando activamente, dialogando, entrevistando y obteniendo registros audiovisuales mientras los estudiantes realizan las actividades en cada una de las sesiones propuestas. El último momento de recolección de datos se obtendrá al final del estudio, cuando los estudiantes entregan la posible solución a un problema planteado como proyecto final, en ese momento el estudiante debe exponer y responder a preguntas sobre dicho proyecto. Al final, se realizan entrevistas a algunos estudiantes sobre el desarrollo de toda la secuencia didáctica.

Fase informativa: En esta fase se hace la sistematización de todos los resultados obtenidos y sus respectivos análisis para la presentación y difusión, con el fin de comprenderlos de una mejor manera y posteriormente compartirlos.

En el presente documento se encuentra la información completa de cada una de las fases. La fase preparatoria se encuentra en el capítulo 1 (Aspectos preliminares), la fase trabajo de campo se encuentra en el capítulo 4 (Resultados), la fase analítica se encuentra en el capítulo 5 (Análisis de resultados), y la fase informativa se encuentra en los capítulos 2 y 5, los cuales contienen el marco teórico, análisis de resultados y conclusiones.

Capítulo 2

2 Aspectos teóricos y pedagógicos

En esta sección se describen los aspectos pedagógicos que se tienen en cuenta para desarrollar el trabajo de campo con los estudiantes y algunos aspectos disciplinares concernientes al objeto de estudio del presente trabajo de investigación.

2.1 Enseñanza de las ciencias en la escuela

Las personas que vivimos en el actual siglo estamos sujetas al constante cambio, ligado al creciente avance de la ciencia, la cultura y la sociedad, en donde el amplio acopio de conocimiento se relega y debe dar cabida al pensamiento crítico, el análisis y la planificación (Arteaga Valdés et al., 2016). Características que deben ser inculcadas en las nuevas generaciones para que desarrollen habilidades y competencias con las que se puedan desenvolver y sean capaces de solucionar los problemas presentes en la cotidianidad de manera apropiada.

Ahora bien, la escuela es uno de los principales lugares en donde los aprendizajes se gestan. Institución que se forja centrada en la misión de preparar a los seres humanos para la vida, dándole a los individuos elementos necesarios para enfrentarse a este mundo, cada vez con más cambios y complicaciones. En este sentido, una de las labores con más importancia en la historia ha sido la enseñanza, para la cual Cervantes Castro et al. (2009) cita una descripción de las características que un docente debe tener en el siglo XXI:

“El educador deja de ser transmisor y se convierte en fomentador de análisis, inductor de cambios, activador de búsqueda, motivador y facilitador de experiencias, suscitador de discusión y crítica, generador de hipótesis, planteador de problemas y alternativas, promotor y dinamizador de cultura”. (Suarez Díaz, 2002)

Así pues, muchas de las herramientas necesarias para afrontar los cambios antes mencionados se pueden presentar en la enseñanza de las ciencias, la cual, sin lugar a duda está vigente en los currículos de los diferentes sistemas educativos a nivel mundial. Integrando un conjunto de conocimientos que ayudan a explicar fenómenos presentes en la cotidianidad, tales como: el clima, los movimientos de la tierra y su interacción con el espacio, las habilidades de los diferentes seres vivos, los eventos generados por los movimientos geológicos, entre otros. Dichos conocimientos se pueden abordar desde diferentes disciplinas como la biología, la química, la física y las matemáticas, usualmente para explicar dichos fenómenos es necesario contemplar temas particulares de cada una de estas disciplinas.

Por lo general, en los niveles iniciales de educación se pueden orientar mejor estas explicaciones gracias a la curiosidad que los estudiantes tienen en estos primeros niveles, lo cual genera una mayor interacción entre docentes y estudiantes, constituyendo un proceso de enseñanza-aprendizaje (Acevedo Díaz, 2004). Por ello, es importante encontrar puntos de transversalidad entre las disciplinas y de este modo, lograr entender las ciencias de una manera más amplia.

Por consiguiente, para esta investigación se pretende aprovechar la Educación Tecnológica, enmarcada en la asignatura de Tecnología e Informática como integradora para la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas, aprovechando el análisis de circuitos eléctricos como una temática que sirva de eje transversal para establecer un proceso integrador de enseñanza-aprendizaje y abordar otras temáticas de dichas áreas del conocimiento. De este modo, observar las características que encierran los diferentes fenómenos que intervienen en el funcionamiento de un circuito eléctrico y explicarlos a partir de tópicos correspondientes a estas disciplinas.

2.2 Rol de las ideas previas en un proceso de enseñanza-aprendizaje

Siempre que un estudiante ingresa a un aula de clase por primera vez se genera en él curiosidad por esta nueva etapa y está a la espera de lo que se abordará en un nuevo campo del conocimiento. Es entendible que los estudiantes no son especialistas en una ciencia o asignatura y mucho menos presentan una elaboración conceptual sobre un determinado tema. No obstante, es interesante conocer la experiencia del estudiante a la hora de explicar fenómenos que ha presenciado en su cotidianidad desde su percepción, es decir, los estudiantes a través de su contacto con fenómenos y a raíz de sus vivencias han desarrollado la capacidad de crear una explicación desde su conocimiento y contexto, bien sea de forma acertada o no.

Aunque en un primer momento los estudiantes no tienen la capacidad de justificar de forma acertada los fenómenos como: el clima, el crecimiento de las plantas, la gestación de un ser vivo, el movimiento, etcétera, y lo que respecta a estos fenómenos o acontecimientos, se debe comprender que sus mentes no están en blanco, y aunque no se precisa una conceptualización o teoría correcta, desde su experiencia pueden argumentar las causas de lo ocurrido. Es precisamente cuando el docente apoyado en la experiencia obtenida sobre el estudio de las ciencias, debe guiar al estudiante para integrar sus ideas previas con la explicación científica de los fenómenos que el estudiante ha evidenciado, así que, tiene el deber de clarificar estas ideas para alcanzar una acertada conceptualización e involucrar al estudiante con el campo científico (Osborne & Freyberg, 1995).

Así pues, podemos contextualizar las ideas previas de los alumnos retomando el planteamiento citado por Bello Garcés (2018):

“Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada.” (B. Silvia, 2004, p.210).

En el mismo artículo Bello Garcés menciona a Striker y Posner (1985), indicando que para establecer un cambio conceptual a partir de las ideas previas son necesarias las siguientes condiciones:

- a) *Es preciso que el estudiante sienta insatisfacción con sus concepciones existentes.*
- b) *La nueva concepción debe ser mínimamente entendida (clara).*
- c) *La nueva concepción debe parecer desde el inicio plausible (aceptable, tomando en cuenta sus posibles aspectos contra intuitivos).*
- d) *La nueva concepción debe ser fructífera (fecunda, amplia, es decir aplicable a un gran grupo de fenómenos o eventos; resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos y experiencias).*

Concretizando, para iniciar con el trabajo de campo de esta investigación se realiza una actividad preliminar en la cual se pueden identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el tema de circuitos eléctricos, tanto en la parte teórica como en la parte experimental. A partir de ello, reconocer las habilidades y conocimientos que los estudiantes ya poseen, tener una idea de las habilidades y conocimientos que se deben fortalecer, clarificar o re direccionar, para generar un proceso de aprendizaje sobre las particularidades del tema de estudio.

De este modo, se busca que los estudiantes desarrollen habilidades y capacidades para diagnosticar una falla en un circuito eléctrico sencillo, explicar el fenómeno de luminosidad de bombillos en diferentes tipos de configuraciones de circuitos eléctricos, comprender el comportamiento que presenta un circuito eléctrico al variar el número de conexiones, entre otros aspectos. Por ello, el test inicial debe ser abierto y debe permitir a los estudiantes explicar lo que sucede a partir de su pensamiento y el significado que le asignan a cada uno de los eventos que allí se presenten.

2.3 Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Durante la década de los 60's y 70's nace el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), como solución a una inefectiva e inhumana estrategia de formar profesionales en medicina, considerando que seguir un patrón de enseñanza basado en la teorización y las clases expositivas era un modelo educativo inoperante.

Teniendo en cuenta que para ese momento el crecimiento vertiginoso de la información asociada a esta disciplina y la aparición de diversas herramientas tecnológicas, hacían imposible continuar con esa estrategia de enseñanza-aprendizaje, lo cual requería con urgencia un cambio metodológico para lograr sintetizar la información de manera ajustada

a la disciplina y adicionalmente comprobar su veracidad, tanto en la teoría, como en la praxis (Morales Bueno & Landa Fitzgerald, 2004).

Debido a ello surge una propuesta educacional innovadora que se implementó a lo largo de tres años y se ajustó al plan curricular de la carrera de medicina. Las universidades pioneras en emplear este modelo de aprendizaje según Barrows (1996) citado en Morales Bueno & Landa Fitzgerald (2004), fueron la de Hawái, Harvard y Sherbrooke (Canadá). En el mismo documento, Barrows (1986) define el ABP como:

“un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”.

En este sentido, usar el ABP como estrategia para forjar un proceso de enseñanza-aprendizaje, involucra la participación activa tanto del docente como del estudiante. En donde el estudiante debe desarrollar las habilidades para ser competente en el siglo XXI, mencionadas en el capítulo 1. Con el fin de que le permitan desenvolverse de manera racional y funcional en la sociedad, integrando un pensamiento crítico y una actitud colaborativa para llegar a la resolución de los eventuales problemas que se le presenten y orientando al estudiante a ser una persona autónoma, como se citó en Lara Quintero et al., (2017):

(...) “se espera que al interiorizar las competencias los alumnos se convertirán en pensadores autodirigidos, autodisciplinados y automonitores. Igualmente se está involucrando en el proceso las habilidades de comunicación efectiva y la capacidad para la resolución de problemas. Pero esto no es del todo fácil pues es un proceso que se debe llevar de manera dirigida y objetiva para lograr alcanzar los objetivos deseados” (Paul & Elder, 2005).

En consecuencia, se entiende que el rol del docente debe ser fundamental para que el estudiante pueda llegar a ser autónomo, por lo que en una primera instancia el docente debe dirigir, aconsejar, dar pautas y proporcionar recursos para consolidar el aprendizaje. Sin embargo, él no es la principal fuente de información, la información necesaria debe ser buscada en gran medida por el estudiante (Moursund, 2007).

De acuerdo a lo anterior, para que la metodología ABP sea exitosa se requiere tener en cuenta dos momentos de aprendizaje de mucha importancia. Un primer momento guiado por el docente, en el que se le irán brindado a los estudiantes herramientas y elementos necesarios de fundamentación conceptual para consolidar aprendizajes, y un segundo momento de aprendizaje autónomo, en el cual los estudiantes irán fortaleciendo su

aprendizaje a medida que adquieren experiencia en el tema de estudio con ayuda de la socialización de la información y el trabajo en equipo. Estos momentos fueron señalados por Moursund, D. (2007) como aprendizaje cooperativo y colaborativo, respectivamente.

En este orden de ideas, se pretende utilizar el ABP como una metodología que permita a los estudiantes ser partícipes activos de su aprendizaje y a partir de la temática central, análisis de circuitos eléctricos, puedan afianzar aprendizajes desde la implementación de circuitos reales y simulaciones con ayuda de herramientas informáticas. Ayudando a establecer diferencias entre los dos tipos de prácticas y al final logren encontrar relación con otras asignaturas, así pues, integrar todo lo aprendido y aplicarlo en la elaboración de un producto final.

2.4 Importancia de la experimentación en la enseñanza

La labor de enseñar históricamente ha sido una tarea que requiere esfuerzo y en la que aparecen cada vez más dificultades relacionadas al constante cambio tecnológico y cultural. Lo cual obliga a los interlocutores a estar a la vanguardia del conocimiento necesario que se debe enseñar, utilizando los mejores métodos de aprendizaje. Incluso para responder a la demanda de la sociedad actual, la cual requiere de individuos con ciertas habilidades para desempeñar una actividad determinada. Aunque por un lado, los docentes se preocupan por actualizar sus conocimientos, contenidos y metodologías, por otro, se conocen resultados de investigaciones que indican dificultades en el aprendizaje, proponiendo nuevas estrategias de enseñanza especialmente en las ciencias (Jiménez Aleixandre et al., 2003).

De hecho, en varios de los métodos y modelos de la enseñanza se establecen los trabajos prácticos, señalando que constituyen una de las partes más importantes de la enseñanza de las ciencias por tener una amplia variedad de objetivos de aprendizaje, mencionados por Jiménez Aleixandre et al. (2003):

(...) “la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias, el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos y, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia”.

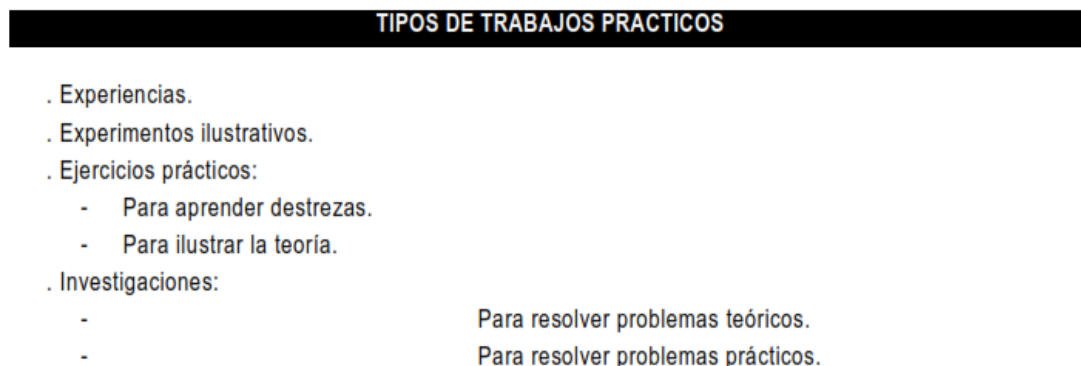
También existen diferentes razones presentadas en el mismo documento, por las que los trabajos prácticos experimentales son considerados como una de las actividades más importantes para la enseñanza de las ciencias:

- *Motivan al alumnado.*
- *Permiten un conocimiento vivencial de muchos fenómenos.*
- *Permiten ilustrar la relación entre variables significativas en la interpretación de un fenómeno.*
- *Pueden ayudar a la comprensión de conceptos.*
- *Permiten realizar experimentos para contrastar hipótesis emitidas en la elaboración de un modelo.*
- *Proporcionan experiencia en el manejo de instrumentos de medida y en el uso de técnicas de laboratorio y de campo.*
- *Permiten acercarse a la metodología y los procedimientos propios de la indagación científica.*
- *Constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes y la aplicación de normas propias del trabajo experimental: planificación, orden, limpieza, seguridad, etc.*

Por ello, para introducir de manera adecuada los trabajos prácticos se requiere tener en cuenta la pertinencia, las razones por las cuales son útiles las experiencias y experimentos ilustrativos, la importancia que tienen para la consolidación conceptual y las etapas para aplicar en el aula. Dentro de estas etapas se debe contemplar la forma de presentar la actividad a los estudiantes, la cual debe ser comprensible y secuencial buscando que el estudiante pueda abordar fácilmente el trabajo.

Cabe considerar que existen varios tipos de trabajo práctico, ya que no todos cubren los mismos objetivos. En consecuencia, se debe proponer uno de ellos dependiendo de los alcances de aprendizaje esperados. Entre los tipos de trabajo práctico descritos en el texto Enseñar Ciencias (Jiménez Aleixandre et al., 2003) se encuentran:

Figura 2-1: Diferentes tipos de trabajos prácticos (Jiménez Aleixandre et al., 2003).



- **Experiencias:** Destinadas a obtener una familiarización perceptiva. Por ejemplo, sentir la fuerza de una goma al estirla, oler un gas, observar diferentes tipos de hojas, entre otros.
- **Experimentos ilustrativos:** Destinados a ilustrar un principio o una relación entre variables. Suponen normalmente una aproximación cualitativa o semicuantitativa al fenómeno. Por ejemplo, comprobar como aumenta la capacidad erosiva de una corriente de agua al aumentar su pendiente, observar la relación de proporcionalidad entre el voltaje y la corriente eléctrica en determinados materiales (Ley de Ohm), entre otros.
- **Ejercicios prácticos:** Para aprender determinados procedimientos o destrezas para realizar experimentos que corroboren o ilustren la teoría. Entre los ejercicios prácticos también se encuentran dos categorías, la primera para el aprendizaje de procedimientos o destrezas, en la cual están: las prácticas, las intelectuales y de comunicación, y la segunda para ilustrar teoría.
- **Investigaciones:** Diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos en la resolución de problemas, familiarizarse con el trabajo científico y aprender en el curso de estas investigaciones, destrezas y procedimientos propios de la investigación. Dependiendo del tipo de problema se encuentran dos categorías: para resolver problemas teóricos, es decir, de interés en el marco de una teoría y para resolver problemas prácticos, generalmente en el contexto de la vida cotidiana.

El tipo de práctica genera diferentes aprendizajes de procedimientos y destrezas enmarcados en procedimientos prácticos, intelectuales o de comunicación. Por ello, los objetivos y finalidades de trabajo requieren de una revisión rigurosa.

De manera que, las prácticas experimentales son parte fundamental de esta investigación, situándolas como base para que los estudiantes puedan generar una conceptualización sobre los fenómenos ilustrados en cada una de ellas, además de entender la relación que hay con diferentes campos del conocimiento. Es importante destacar que las prácticas no son simplemente una receta de actividades que refuerzan la teoría, sino por el contrario a partir de la experimentación se facilita la conceptualización y se puede llegar a reconocer

los aspectos teóricos en algún campo del conocimiento. Tal y como lo refiere López Rua & Alzate Tamayo (2012):

(...) «para la mayoría de los docentes estas prácticas son un tipo de receta que refuerza las clases que se han dado en el aula habitual. Lo importante de las prácticas de laboratorio, radica en que los maestros entiendan que estas facilitan la comprensión de conceptos y que deben tener siempre un propósito claro, no solo el de llevarlos a “experimentar”».

Así pues, desde un enfoque constructivista las actividades experimentales cumplen un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y si se guían con el fin de dirigir adecuadamente las ideas previas de los estudiantes, estas pueden evolucionar en conceptos mejor elaborados y más cercanos al saber científico.

2.5 Herramientas virtuales en la enseñanza

En la actualidad las tecnologías de la información y la comunicación están en amplio desarrollo y avance, lo cual ha hecho mella en muchos sectores de la sociedad, uno de ellos es el educativo. En consecuencia y como se menciona en el capítulo 1, los sistemas e instituciones educativas como tal, gestionan cambios en la metodología de enseñanza, muchos de ellos apoyados en Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) (Agudelo, 2009) y otras herramientas que permiten a los estudiantes hacer un acercamiento a fenómenos de diferentes campos del conocimiento por medio de la experimentación, en muchos casos, simulando situaciones que pueden presentarse en el mundo real.

El interactuar con este tipo de plataformas permite a los estudiantes forjar o aplicar conocimientos desde las problemáticas reales, incluso se pueden apreciar con mayor profundidad situaciones y elementos que no se podrían ver fácilmente sin la ayuda de instrumentos o aparatos tecnológicos.

Los laboratorios experimentales han sido considerados como una base fundamental para el desarrollo y aprendizaje en las clases de ciencias en varios niveles educativos, sobre todo desde la secundaria. Sin embargo, la evaluación que se ha hecho sobre su uso y aporte educativo ha sido muy baja, esto se debe a que en muchos casos no existen en las instituciones laboratorios totalmente equipados, debido a costos, espacios y personal docente capacitado para dar una adecuada guía de uso (Holmes et al., 2017).

El avance tecnológico y la expansión en la oferta de necesidades sociales que requieren de perfiles específicos, hace necesario que el uso de laboratorios para hacer prácticas experimentales sea necesario, no solo como requisito de etapa práctica en un currículo, sino para que el estudiante tenga la posibilidad de desarrollar habilidades de pensamiento crítico, dominio y comprensión de análisis de datos, trabajo en equipo, habilidades colaborativas y experiencia práctica con equipos físicos. En este sentido y teniendo en cuenta la falta de espacios de laboratorio, se opta por el uso de herramientas informáticas que permitan recrear situaciones reales para que el estudiante pueda tener un acercamiento al fenómeno por medio de una experiencia simulada.

El uso de las simulaciones ha ido de forma paralela a la evolución de la informática, sus orígenes datan de la Segunda Guerra Mundial, cuando dos matemáticos, J. VNeuman y S. Ulam, debían resolver un problema complejo relacionado con partículas subatómicas. Debido a los costos y complicados procesos requeridos para solucionarlo, decidieron hacer una aproximación basada en distribuciones probabilísticas y números aleatorios con el denominado “Método Montecarlo”². De la misma forma, durante la Guerra Fría se intensificó el uso de simuladores para resolver problemas asociados a fines militares, para aplicaciones como trayectorias, dinámicas de satélites artificiales, guiar misiles, etc. Para abordar este tipo de problemas usaron ordenadores analógicos, fabricados con diversos componentes electrónicos que podían por medio de operaciones matemáticas complejas aportar a la solución del problema.

A partir de la década de los 60's las simulaciones se hicieron más comunes y se utilizaron para problemas de ámbito civil, una de las más usadas era el GPSS (General Purpose Systems Simulator - Simulación de Sistemas de Propósito General), aplicándolas a situaciones reales de seguridad como la afluencia de personas en lugares concurridos, con el fin de preparar protocolos de evacuación. A partir de los 80's y gracias al gran impacto de la revolución informática, el uso de simuladores fue en aumento y se utilizaba de manera generalizada casi en todos los ámbitos de la ciencia y la ingeniería, en aplicaciones como la predicción del tiempo y entrenamiento de pilotos (FIB, 2020). Desde entonces, el uso de

² Método Monte Carlo: <https://www.ugr.es/~jillana/Docencia/FM/mc.pdf> (Illana, 2013)

simuladores se ha vuelto más frecuente en actividades cotidianas de entretenimiento, deporte y por supuesto académicas, facilitando el acercamiento a fenómenos que en ocasiones son inasequibles por falta de recursos o espacios.

Así pues, hacer uso de simuladores es muy común en la actualidad y se puede contemplar en varias disciplinas, aportando consigo muchas ventajas que se ven reflejadas inmediatamente, tales como: mejorar la comprensión de modelos haciendo experimentación a bajo costo con herramientas que se tienen a la mano y minimizar riesgos que podrían desencadenarse por no tener una certeza sobre el correcto funcionamiento de un modelo, es decir, permite un margen de error humano, también se pueden ajustar modelos que se podrían implementar de forma física.

En el campo de la educación es una herramienta favorable tanto para docentes como estudiantes, ya que permite al docente explicar de una manera más certera y profunda elementos que los estudiantes deben conocer sobre una determinada temática, brindando bases sólidas de fundamentación para que al momento de llevarlo a la realidad el estudiante tenga seguridad y pueda lograrlo de manera satisfactoria. Por otro lado, permite al estudiante desarrollar un proceso de exploración y cuestionamiento autónomo, lo cual lo direccionaría a un proceso de aprendizaje a partir de la experimentación.

Uno de los sitios de fácil acceso que ofrece un amplio contenido de simulaciones es la plataforma PhET (Physics Education Technology) de la Universidad de Colorado, fundada en el año 2002 por Carl Wieman, ganador de premio Nobel junto a Eric A. Cornell (1995), por producir el primer condensado de Bose-Einstein (*The Nobel Prize in Physics*, 2001). Esta plataforma contiene una gran variedad de simulaciones interactivas de matemáticas y ciencias, las cuales presentan situaciones para que los estudiantes puedan aprender a partir de la exploración y el descubrimiento.

“Los principios de diseño de las simulaciones PhET se basan en la investigación sobre cómo aprenden los estudiantes (Bransford et al., 2000) y en nuestras entrevistas de simulación. Para cada simulación se realizan entre cuatro y seis entrevistas individuales de estilo ‘pensar en voz alta’ a estudiantes. Estas entrevistas proporcionan una gran fuente de datos para el estudio del diseño de interfaz y el aprendizaje de los estudiantes” (Investigaciones PhET, 2020).

El grupo de educación en Física y Tecnología de la Universidad de Colorado, USA, ha desarrollado una gran variedad de simulaciones realistas de código abierto, construidas con el fin de introducir temas principales para cursos de física que han tenido gran éxito

en diferentes escenarios a nivel mundial, y su plataforma ha sido traducida a más de 90 idiomas, es decir, es accesible a nivel mundial. Su éxito también se debe a que ha servido de apoyo a estudiantes de cursos iniciales, intermedios y avanzados e incluso los mismos profesores han usado estas simulaciones como herramientas de aprendizaje para sus clases, buscando motivar a los estudiantes y promoviendo el buen uso de las TIC's, ya que puede contribuir a flexibilizar los tiempos, espacios y ritmos de trabajo. En otras palabras, el uso de simulaciones contribuye a la mejora de representaciones del conocimiento, bien sea para aproximarse a la realidad y simular cómo se resolverían problemas o para contribuir a la comprensión de sistemas conceptuales complejos (Martínez Pérez, 2016).

Por su parte, Martínez Pérez (2016), también menciona:

“De manera particular, los avances en la informática educativa han colocado especial énfasis en hacer de los simuladores por computadoras herramientas conceptuales basadas en los descubrimientos en la naturaleza del aprendizaje: situado, contextual, interactivo. En la didáctica de las ciencias está cobrando particular interés el uso de las simulaciones por computadoras por el tratamiento de imágenes que proporcionan una representación dinámica del fenómeno y la interactividad que le permite al estudiante involucrarse en la variación de los parámetros de estudio”.

En definitiva, para realizar las actividades a proponer, en gran medida experimentales, y desarrollar el trabajo de campo de este estudio, se utiliza una de las aplicaciones de la plataforma PhET denominada *Circuit Construction Kit: DC* (Kit de construcción de circuitos: CD). La cual es una simulación de laboratorio que sirve para construir circuitos eléctricos básicos, observar su funcionamiento y hacer medición de variables con la ayuda de instrumentos que la misma aplicación proporciona.

2.6 Enseñanza de la electricidad básica

La electricidad ha sido históricamente uno de los descubrimientos más importantes para la humanidad, ya que ha contribuido a desarrollos científicos en diferentes campos del conocimiento. Aunque siempre ha existido y hace parte de la naturaleza, tuvieron que pasar varios siglos hasta su comprensión.

Este descubrimiento no se reduce únicamente al trabajo experimental desarrollado por Thomas A. Edison, sino que, desde la interacción con la estática, los juegos con el ámbar

de Tales de Mileto y el relevo generacional de varios científicos como: William Gilbert, Benjamín Franklin, Luigi Galvani, Georg Ohm, entre otros, quienes dedicaron parte de su labor científica a la comprensión de la electricidad. Gracias a dichos estudios se alcanzaron varios avances, los cuales permitieron entre otras cosas, que Edison lograra en 1879 domesticar la electricidad y presentar al mundo lo que hoy conocemos como luz eléctrica (Roy, 2004), haciéndola disponible en todo el mundo y convirtiéndola en elemento primordial para la cotidianidad de todos los seres humanos. Así mismo, la comprensión y los estudios sobre este fenómeno han facilitado a los seres humanos el desarrollo de sus actividades, desde aspectos fundamentales como el autocuidado y la buena salud hasta el entretenimiento.

Existen conceptos que están relacionados con la energía eléctrica y las magnitudes físicas. Se hace referencia al voltaje, la corriente y la resistencia, como magnitudes que se pueden cuantificar y que son conocidas gracias al trabajo realizado por científicos que también estudiaron aspectos relacionados a la electricidad, además, se pueden observar al hacer el análisis de un circuito eléctrico. Estos conceptos son relevantes para este trabajo de investigación, motivo por el cual se abordan a continuación.

Circuito eléctrico: Cuando se habla de circuito eléctrico, inmediatamente se puede relacionar con la palabra energía, aunque muchas veces no se contempla específicamente el tipo de energía y la totalidad de elementos necesarios para que se pueda otorgar dicha denominación. Se debe tener claro que un circuito eléctrico es un conjunto de elementos combinados y dispuestos de tal forma que tengan la posibilidad de originar una corriente eléctrica. Dichos elementos son clasificados entre pasivos y activos, y son interconectados por un material conductor. Entre los elementos activos se encuentran las fuentes o generadores de energía y en los pasivos se pueden encontrar elementos receptores, que disipan o almacenan energía tales como resistencias, capacitores e inductores (Mora, 2012).

En resumen, se puede definir circuito eléctrico como una trayectoria completa comprendida por un conductor, una fuente de energía y un receptor, por los cuales fluye una corriente eléctrica (Mantilla. O, 1993).

En el trabajo desarrollado en esta investigación se utilizan pilas, cables y bombillos, con los cuales se construyen circuitos básicos configurados en serie y paralelo, los cuales, a

su vez, servirán como medio para estudiar otras variables que permiten descubrir el funcionamiento del circuito. Específicamente se hace referencia al voltaje, la corriente y la resistencia y se definen a continuación.

Voltaje: Conocido antiguamente como *Diferencia de Potencial de Volta* y llamado por abuso del lenguaje, diferencia de potencial, según el diccionario de Física de Lévy (2008). Se le atribuye este nombre en honor al reconocido físico Alessandro Volta, quien inventó apenas a inicios del siglo XVIII la pila voltaica, de hecho, la unidad de medida atribuida a esta magnitud es el volt o voltio (traducido al español).

Del mismo modo, Lévy (2008) define la diferencia de potencial como una magnitud física, que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos materiales conductores o semiconductores conformados con diferente naturalidad química y se puede determinar si ambos materiales están a una misma temperatura y equilibrio electrostático. También se define, como la diferencia de potencial entre dos puntos o el trabajo por unidad de carga ejercido por un campo eléctrico sobre una partícula (Dorf & Svoboda, 2006).

Este concepto se desarrolla implícitamente en el trabajo de campo con los estudiantes con ayuda de las actividades de la secuencia didáctica, en las cuales se usa como medio un simulador, el cual permite ver animaciones de lo que ocurre en el circuito al variar los valores de los diferentes elementos que lo componen. Este concepto es más fácil abordarlo en conjunto con el concepto de corriente, observando que cada vez que se aumenta el valor de voltaje en la fuente del circuito, también aumenta el nivel de brillo de los bombillos, así como la velocidad con la cual se desplazan las cargas dentro del conductor. También se puede relacionar con la “fuerza” que emplean las cargas para hacer su desplazamiento y se puede usar la típica analogía del sistema de acueducto, explicando que, si se deja caer agua por un conducto, esta puede caer con mayor o menor fuerza dependiendo de la altura a la cual se encuentra la fuente de agua. Por otra parte, el fenómeno también es comprobable gracias a un instrumento de medición que prevé el simulador específicamente para esta variable.

Corriente: Desde una definición sencilla y corta de la corriente eléctrica se puede decir que, es la tasa de flujo de la carga eléctrica por un punto dado y se puede agregar que fluye en una dirección específica. También se describe como la rapidez instantánea a la

cual una carga neta positiva se mueve a través de ese punto en una dirección indicada (Ariza, 2008).

Sin embargo, se deben hacer algunas claridades, como se mencionó anteriormente esta magnitud se conoce hoy gracias al estudio del fenómeno de la energía eléctrica realizado por varios científicos durante siglos, uno de ellos fue Benjamin Franklin, quien además inicio la convención de que las cargas que fluían a través del conductor eran positivas, no obstante, hoy se sabe que dichas cargas son negativas y que se mueven del polo negativo hasta llegar al polo positivo (Dorf & Svoboda, 2006). Este flujo se hace más fácil en un conductor metálico, ya que su composición química proporciona un mayor desprendimiento de electrones permitiendo un movimiento fluido. Por otra parte, cuando por un conductor no hay una intensidad eléctrica, dicho movimiento es al azar, pero si por el contrario hay una intensidad de corriente, los electrones se mueven en un sentido determinado, contrario al de la intensidad (Antón et al., 2009).

La intensidad de corriente eléctrica según Dorf & Svoboda (2006) es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa una sección del conductor en una unidad de tiempo, la unidad de la corriente eléctrica es el Amper o Amperio (traducido al español), nombre colocado en honor al físico André Ampère.

Para explicar esta variable a niños de esta edad, es más sencillo si también se hace referencia al voltaje, ya que ellos pueden identificar que las variables coexisten y que, si se tienen los instrumentos de medida adecuados, se pueden apreciar ambas variables en el mismo conductor. Igualmente, el simulador que se usa en el trabajo de campo de esta investigación, permite hacerlo más evidente gracias a sus animaciones, ya que se puede ver el movimiento de las cargas cuando el circuito está cerrado. Ese movimiento es el que describe a la corriente eléctrica y comprueba su definición. También es importante explicar a los estudiantes, que ese movimiento se puede generar en elementos con características conductivas tales como las de los metales y se puede hacer una analogía con el sistema de acueducto, si simplemente se contempla el flujo de agua al interior del ducto que la contiene.

Resistencia: Cuando se habla de resistencia eléctrica se puede inferir su definición con tan solo hacer una asociación a su nombre. Es un efecto físico que afecta directamente a la corriente eléctrica oponiéndose o dificultando su paso por un material que posea cierto

índice de resistividad, y su comportamiento se puede atribuir a que la composición de dicho material hace que las partículas portadoras de carga eléctrica no circulen libremente, sino que choquen con los átomos fijos del material resistivo (Ariza, 2008).

La unidad de medida de la resistencia se llamó ohm u ohmio (traducido al español) en honor al físico Georg Ohm reconocido por hacer uno de los más grandes aportes al estudio de la electricidad y el flujo de corriente en un circuito, la Ley de Ohm (1827), la cual relaciona el voltaje y la corriente (Dorf & Svoboda, 2006).

De las tres variables inmersas en el funcionamiento de un circuito eléctrico, la resistencia sin duda es el concepto más fácil de explicar, y para que su funcionamiento se pueda entender de manera general, se debe entender que es una variable independiente. En los circuitos que se trabajan en las prácticas de esta investigación, solo cambia su valor si se varía directamente los valores de los bombillos, los cuales hacen las veces de receptores del circuito y poseen una resistencia interna. En las diferentes prácticas, los estudiantes pueden observar cuando se ralentiza o se acelera el flujo de carga al interior del conductor, por medio de la animación, a medida que el valor de los bombillos aumenta o disminuye, también cuando en el circuito se agregan o se suprimen estos elementos. Si se realiza la analogía con el sistema de acueducto, se puede comparar cuando se disminuye o se aumenta el diámetro del ducto del agua o con la llave que controla su paso. A medida que se abre o cierra se deja caer más o menos agua.

A partir de estos conceptos, y teniendo en cuenta los elementos que componen un circuito eléctrico, se trabajará con los estudiantes dos tipos de configuraciones de circuitos, serie y paralelo. Con ello se explicará a los estudiantes las particularidades de funcionamiento del voltaje, la corriente y la resistencia para que comprendan sus diferencias en cada configuración.

Después de introducir al mundo todos estos elementos se ha desarrollado una serie de estudios teóricos en el campo de la física, particularmente el estudio del electromagnetismo y los circuitos eléctricos, los cuales sientan las bases de una importante rama de la física conocida como electrónica, palabra que se asocia en la mayoría de los casos con: computadoras, televisores, teléfonos, celulares, etc. y que ha sido de gran relevancia para la invención y construcción de diversos aparatos, como los mencionados. Los cuales utilizamos en la actualidad y muestran una constante evolución a medida que el tiempo

pasa, trayendo consigo mejoras que facilitan varias actividades en la vida de los seres humanos (Floriani, 2006).

En este orden de ideas, la electricidad y la electrónica han sido desde su descubrimiento un campo de estudio emergente de la Física, vinculado al área de Ciencias Naturales e incluida como un tema de estudio en los currículos académicos desde los niveles básicos de educación primaria y secundaria, hasta los niveles más altos de educación superior dedicada a la investigación. No obstante, su estudio en los niveles básicos mencionados presenta algunas dificultades de aprendizaje por parte de los estudiantes a nivel conceptual y de razonamiento cuando se tratan de comprender los aspectos relacionados con la electricidad elemental. Estas dificultades por lo general, son más ignoradas que tomadas en cuenta en los procesos habituales de enseñanza-aprendizaje (Psillos, 1994).

Algunas de las dificultades como el desarrollo de razonamiento sistémico, la diferenciación conceptual, el establecimiento de relaciones fenomenológicas y el relacionamiento de modelos presentes en el proceso de aprendizaje. Igualmente existen algunas opciones para afrontar estas dificultades con etapas de ejecución tales como: cambiar el nivel de cuestionamiento, ampliar el campo experimental, validar nuevos conocimientos, introducir y elaborar modelos significativos. Estas dificultades de aprendizaje y sus opciones para afrontarlas son planteadas por Psillos (1994).

Los estudiantes presentan dificultades de aprendizaje relativas:

- i. **Al desarrollo de razonamiento sistémico:** En ocasiones piensan que los elementos del circuito tienen cierta dependencia y no entienden que todos los elementos de un circuito eléctrico interactúan entre sí para que su funcionamiento sea exitoso.
- ii. **A la diferenciación conceptual:** Confunden la relación entre las variables de un circuito eléctrico, voltaje y corriente, y no establecen una diferencia con el concepto de energía.
- iii. **Al establecimiento de relaciones fenomenológicas:** No relacionan la influencia fenomenológica de la electrocinética y la electrostática, para ellos no hay una relación entre la interacción de cuerpos electrificados y la iluminación de un bombillo.

- iv. **A relacionar diferentes modelos:** Hay dificultades para establecer relaciones entre modelos cualitativos y cuantitativos, modelos macroscópicos y microscópicos.

Caminos para enseñar electricidad: Para la comunidad educativa es claro que tomar una perspectiva constructivista del conocimiento es la manera más adecuada de abordar un proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permite considerar los saberes previos del estudiante y convertirlo en un agente activo para la consolidación de su conocimiento.

Un primer camino para la enseñanza de los circuitos eléctricos, es hacer ver al estudiante que la electricidad no es un tema ajeno a su realidad, sino que se puede abordar desde su cotidianidad, por ejemplo, la electricidad de su casa o algo tan trivial como la economía de la energía eléctrica. Un segundo camino, es tratar de seguir las propuestas de enseñanza que se apoyan en las analogías como un medio para llevar al estudiante a consolidar un cambio conceptual, por ejemplo, una de las analogías más utilizadas es el sistema de acueducto para hacer algunos acercamientos sobre las variables de un circuito eléctrico.

Estos caminos no son exclusivos, existen varios métodos de enseñanza que se apoyan en la experimentación, tener en cuenta estos métodos pueden ser de gran ayuda, e incluso se pueden ligar a estrategias de confrontación del sujeto con el objeto de estudio para lograr un aprendizaje significativo. Por ejemplo, el ABP promueve una enseñanza situada en la cual el estudiante debe encontrar un sentido y una utilidad a lo que atiende en el aula. De este modo, el conocimiento se fundamenta en lo que el estudiante realmente va a saber, podrá hacer y desea saber (Gómez Ortiz, 2014).

En este sentido, la parte fenomenológica adquiere mucha importancia, ya que involucra la formulación de preguntas que tengan sentido para los estudiantes y que les sean familiares, es decir, que de algún modo hayan experimentado en la realidad, por ejemplo: “¿cómo un bombillo brilla o cuánto pagamos a la empresa que provee la energía?”, o “¿cuánto dura la vida de unas pilas en una linterna?” A partir de ello, se debe vincular a los estudiantes a experiencias que les permitan responder a dichas preguntas interactuando directamente con el fenómeno. Después de lograr esa interacción es necesario ampliar el campo experimental, allí se pueden establecer modelos que permitan al estudiante observar el fenómeno desde elementos básicos y llegar a abordar preguntas que requieran

de respuestas más elaboradas. De esta manera, se podrá guiar a los estudiantes para consolidar la parte conceptual de manera acertada.

Por ello, es relevante facilitar la diferenciación conceptual, particularmente de los aspectos referentes a la corriente, la tensión (o voltaje) y la energía, a partir de la noción global de “corriente-energía”. Para facilitar esta diferenciación conceptual es necesario tener en cuenta algunas etapas descritas a continuación:

Cambiar el nivel de cuestionamiento: Se refiere a guiar a los estudiantes para que incluso a la hora de formular preguntas, sean mejor elaboradas y permitan que el rango de respuesta pueda abarcar una explicación más completa. Además, poder diferenciar preguntas conceptuales de aquellas que son de tipo fenomenológico, de acuerdo a la explicación del fenómeno que se indaga, un ejemplo de dichas preguntas puede ser: “¿qué cambio se produce en un circuito cuando se conectan dos pilas en serie o en paralelo?” El nivel de tal pregunta es diferente de aquellas fenomenológicas tales como: “¿cambia el brillo de un bombillo cuando se conecta a dos pilas en serie en lugar de una?”

Ampliar el campo experimental: Se puede ampliar este campo al agregar más elementos que contribuyan a la comprensión del fenómeno, por ejemplo, el uso de instrumentos de medida para contrastar la observación con datos precisos, como la lectura de un voltímetro, un amperímetro o un óhmetro.

Validar los nuevos conocimientos: En este aspecto se debe promover la comprobación y contrastación de datos cualitativos y cuantitativos para que los estudiantes tengan la oportunidad de relacionar datos del voltímetro con objetos y eventos familiares, por ejemplo, los estudiantes leen 4,5V en una pila y verifican que el voltímetro indique 4,5V o, destacan que dos pilas conectadas en serie deberían dar 9 V y lo comprueban con el instrumento de medida.

Introducir modelos significativos: Busca establecer modelos en los que se pueda identificar el papel funcional de los elementos del circuito y las características que hacen posible su funcionamiento e interacción con los demás elementos del circuito.

Elaborar los modelos: Establecer modelos que permitan al docente explicar el comportamiento de las diferentes variables del circuito y el efecto que producen en los demás elementos que lo componen. Además de las relaciones entre dichas variables

(corriente y voltaje), por ejemplo, si existe una relación proporcional para el caso de corriente-voltaje, o inversa, para el caso de resistencia-corriente y resistencia-voltaje.

Por último, se deben asociar todos estos aspectos induciendo un conflicto cognitivo significativo, en el cual los estudiantes se vean enfrentados a una situación en la que requieran de analizar una situación experimental, en este caso, conexión de un circuito eléctrico, y a partir del fenómeno observado puedan auto formular preguntas y seguidamente dar respuesta para explicar el evento presenciado.

Este planteamiento es muy similar al que se desarrolla en este trabajo de investigación, ya que se tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes y a partir de ello, se establece una secuencia didáctica de fundamentación experimental. Posteriormente se hace un acercamiento a la teoría referente al análisis de circuitos y finalmente, se plantea un problema para que los estudiantes lo solucionen de manera teórica y experimental, apoyados en lo aprendido durante la secuencia didáctica.

Capítulo 3

3 Propuesta de secuencia didáctica

La elaboración de una secuencia didáctica es una tarea muy importante al momento de organizar escenarios que promuevan el aprendizaje durante el desarrollo de actividades con estudiantes, el docente debe organizar la información para que el estudiante pueda incorporar nuevos conocimientos a partir de operaciones intelectuales tales como: hallar relaciones con su entorno, recoger información, elegir, abstraer, explicar, demostrar, deducir, entre otras. En este sentido, el estudiante puede llegar a aprender por lo que realiza, por el significado que tiene para él la actividad, por la posibilidad de integrar sus ideas previas con la nueva información obtenida, por la capacidad comunicativa entre pares. No es suficiente con ser un oyente o un actor pasivo en la clase, sino por el contrario, ser parte activa para lograr un proceso complejo de aprendizaje (Díaz Barriga, 2013).

Los elementos a tener en cuenta para construir una secuencia didáctica dependerán en gran medida de los propósitos de aprendizaje y de los recursos que se quieren utilizar en la clase, lo cual debe tener concordancia con la visión del docente con respecto a la finalidad educativa y así configurar su plan de trabajo, por lo tanto, no hay una estructura única definida. Sin embargo, Díaz Barriga (2013) plantea la siguiente propuesta para construir una secuencia didáctica.

Figura 3-1: Propuesta indicativa para construir una secuencia didáctica (Díaz Barriga, 2013).

Asignatura: Unidad temática o ubicación del programa dentro del curso general: Tema general:
Contenidos:
Duración de la secuencia y número de sesiones previstas:
Nombre del profesor que elaboró la secuencia:
Finalidad, propósitos u objetivos:
Si el profesor lo considera, elección de un problema, caso o proyecto:
Orientaciones generales para la evaluación: estructura y criterios de valoración del portafolio de evidencias; lineamiento para la resolución y uso de los exámenes:

Secuencia didáctica

Se sugiere buscar responder a los siguientes principios: vinculación contenido-realidad; vinculación contenido conocimientos y experiencias de los alumnos; uso de las Apps y recursos de la red; obtención de evidencias de aprendizaje

Línea de Secuencias didácticas Actividades de apertura: Actividades de desarrollo: Actividades de Cierre:

Línea de evidencias de evaluación del aprendizaje Evidencias de aprendizaje (En su caso evidencias del problema o proyecto, evidencias que se integran a portafolio)
--

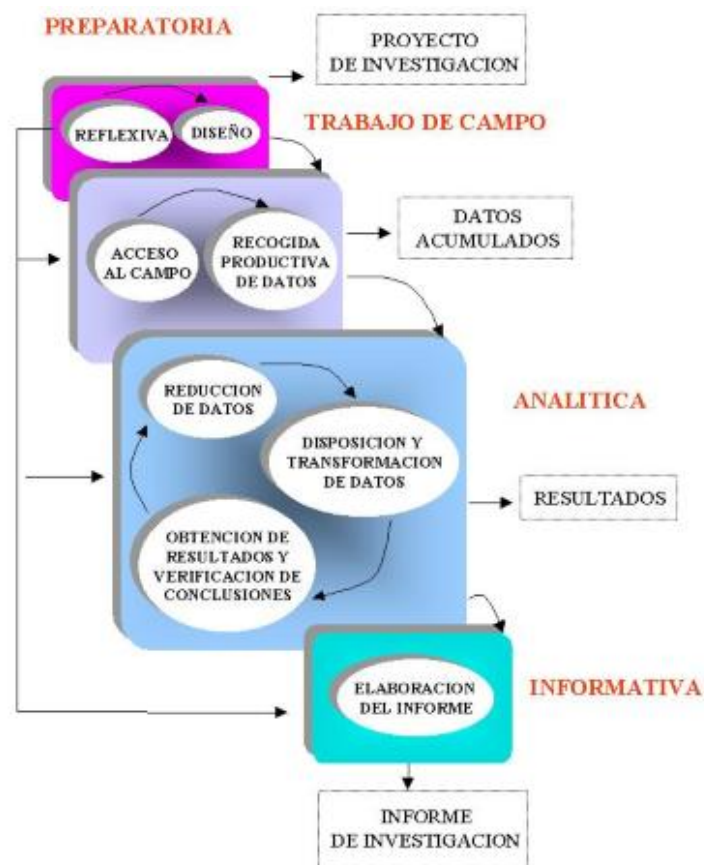
Recursos: bibliográficos; hemerográficos y cibergráficos

³ Nota esta propuesta es indicativa y no significa que el profesor deba llenarla en todos sus elementos. Cada docente puede incorporar aquellos elementos que le sean más significativos en su trabajo con los estudiantes

En este sentido, la secuencia didáctica es el resultado de plantear una serie de actividades para promover el aprendizaje con un orden interno entre sí. La finalidad de este orden, debe concordar con el objetivo de aprendizaje y debe estar estructurada para alimentar constantemente el proceso, además debe estar integrada con la evaluación de dicho aprendizaje.

Teniendo en cuenta las fases de la metodología con enfoque cualitativo (Figura 3-2), mencionadas en el capítulo 1, se plantean etapas que pueden guiar de mejor manera el proceso de investigación. Así pues, se plantea el diseño de la secuencia didáctica desde la fase preparatoria con ajustes continuos según la pertinencia durante la fase de trabajo de campo.

Figura 3-2: Fases y etapas de la investigación cualitativa (Rodríguez Gómez et al., 1999)



En la Figura 3-2 “podemos observar cómo las diferentes fases (preparatoria, trabajo de campo, analítica e informativa) se van sucediendo una tras otra, pero en modo alguno esta sucesión tiene un carácter marcadamente lineal. Si observamos la

representación gráfica, cada fase se superpone con la siguiente y la interior. De esta forma queremos destacar cómo en la investigación cualitativa el proceso se va desarrollando de una forma más sutil. Cuando aún no se ha finalizado una fase ya se comienza con la anterior. Este mismo hecho lo podemos contemplar al observar la representación gráfica de las distintas etapas que constituyen cada una de las fases” (Rodríguez Gómez et al., 1999).

Fase preparatoria

En esta fase se realiza toda la etapa de contextualización e identificación del problema, posteriormente y de acuerdo con la contextualización se hace el diseño de la secuencia para aplicar a los estudiantes durante la etapa de Acceso al Campo.

3.1 Etapa Reflexiva

En el año 2019 se da inicio al proceso educativo en la asignatura de Tecnología e Informática con los estudiantes de 4° de la jornada tarde del Colegio Arborizadora Baja IED, indagando a los estudiantes para hacer un proceso de reconocimiento de la metodología y las temáticas que habían estudiado en los años anteriores. A partir de allí, se encuentra que los estudiantes han dirigido sus temáticas hacia el área de informática sin dar importancia a la amplia cobertura temática que se puede abordar desde la Educación Tecnológica y emprender desde otras ciencias.

A partir de ese momento, se inicia una reconstrucción de la malla curricular y del plan de aula del docente teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), el cual emitió una cartilla denominada Guía 30 - Orientaciones Generales para la Educación en Tecnología (MEN, 2008). Esta cartilla especifica los componentes que se deben contemplar para esta área y los desglosa en cuatro: naturaleza y evolución de la tecnología, apropiación y uso de la tecnología, solución de problemas con tecnología y tecnología y sociedad, y respecto a cada uno de estos componentes se establece una competencia, la cual a su vez se desglosa en desempeños.

Cada uno de los ciclos establecidos según la reorganización curricular (SED, 2015) tiene sus propias competencias, diferentes a las de los otros ciclos y organizadas secuencialmente según los propósitos del sistema educativo colombiano. Teniendo en cuenta dichos lineamientos, la reorganización curricular propuesta por el docente para el ciclo y los estudiantes de esta institución, se pretende trabajar la mayor cantidad de desempeños posibles por medio de temáticas que puedan integrar desempeños de diferentes áreas del conocimiento y al mismo tiempo, se pueda fomentar un proceso de aprendizaje transversal con estos contenidos.

3.2 Etapa de Diseño

De acuerdo al problema de investigación y en concordancia con los objetivos de este estudio, se tuvieron en cuenta varias competencias y sus respectivos desempeños establecidos para ciclo II (3° y 4°) en las áreas de Tecnología e Informática (MEN, 2008), Ciencias Naturales (MEN, 2004) y Matemáticas (MEN, 2006), con las que se pretende trabajar de forma transversal.

Las siguientes competencias y desempeños son los más relevantes de acuerdo al tema de trabajo análisis de circuitos eléctricos.

Tabla 3-1: Competencias y desempeños.

Área	Competencia	Desempeño
Tecnología e Informática	Reconozco artefactos creados por el hombre para satisfacer sus necesidades, los relaciono con los procesos de producción y con los recursos naturales involucrados.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizo artefactos que responden a necesidades particulares en contextos sociales, económicos y culturales. • Identifico fuentes y tipo de energía y explico cómo se transforman. • Identifico y doy ejemplos de artefactos que involucran en su funcionamiento tecnologías de la información.
	Reconozco características del funcionamiento de algunos productos tecnológicos de mi entorno y los utilizo en forma segura.	<ul style="list-style-type: none"> • Sigo las instrucciones de los manuales de productos tecnológicos. • Utilizo tecnologías de la información y la comunicación disponibles en mi entorno para el desarrollo de diversas actividades. • Describo productos tecnológicos mediante el uso de formas de representación tales como esquemas, dibujos y diagramas, entre otros.
	Identifico y comparo ventajas y desventajas en la utilización de artefactos y procesos tecnológicos en la	<ul style="list-style-type: none"> • Identifico y comparo ventajas y desventajas de distintas soluciones tecnológicas sobre un mismo problema. • Identifico fallas sencillas en un artefacto o proceso y actúo en forma segura frente a ellas.

	solución de problemas de la vida cotidiana.	<ul style="list-style-type: none"> • Frente a un problema, propongo varias soluciones posibles indicando como llegué a ellas y cuáles son las ventajas y desventajas de cada una. • Diseño y construyo soluciones tecnológicas utilizando maquetas y modelos. • Participo con mis compañeros en la definición de roles y responsabilidades en el desarrollo de proyectos de tecnología. • Frente a nuevos problemas formulo analogías o adaptaciones de soluciones ya existentes. • Describo con esquemas, dibujos y textos, instrucciones de ensamble de artefactos.
	Identifico y menciono situaciones en las que evidencian los efectos sociales y ambientales, producto de utilización de procesos y artefactos de la tecnología.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizo diferentes fuentes de información y medios de comunicación para sustentar mis ideas. • Participo en discusiones que involucran predicciones sobre los posibles efectos relacionados con el uso o no de artefactos, procesos y productos tecnológicos en mi entorno y argumento mis planteamientos.
Ciencias Naturales	Me aproximo al conocimiento como científico-a natural.	<ul style="list-style-type: none"> • Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. • Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas. • Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas. • Realizo mediciones con instrumentos convencionales. • Selecciono información que permite responder a mis preguntas. • Saco conclusiones de mis experimentos, aunque no obtenga los resultados esperados. • Persisto en la búsqueda de respuesta a mis preguntas.
	Entorno Físico.	<ul style="list-style-type: none"> • Verifico la conducción de electricidad o calor en materiales. • Identifico las funciones de los componentes de un circuito eléctrico.
	Ciencia, tecnología y sociedad.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifico y describo aparatos que generan energía luminosa, térmica y mecánica. • Identifico y establezco las aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico.
Matemáticas	Pensamiento numérico y sistemas numéricos.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifico y uso medidas relativas en diferentes contextos. • Resuelvo y formulo problemas en situación de proporcionalidad, directa, inversa y producto de medidas. • Modelo situaciones de dependencia mediante la proporcionalidad directa e inversa. • Identifico en el contexto de una situación, la necesidad de un cálculo exacto o aproximado y lo razonable de los resultados obtenidos.

	Pensamiento aleatorio y sistemas de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpreto información presentada en tablas y gráficas. • Conjeturo y pongo a prueba predicciones acerca de la posibilidad de ocurrencia de eventos. • Resuelvo y formulo problemas a partir de un conjunto de datos provenientes de observaciones, consultas o experimentos.
	Pensamiento variacional y sistemas algebraicos y analíticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Predigo patrones de variación en una secuencia numérica, geométrica o gráfica. • Represento y relaciono patrones numéricos con tablas y reglas verbales. • Analizo y explico relaciones de dependencia entre cantidades que varían en el tiempo con cierta regularidad en situaciones económicas, sociales y de las ciencias naturales. • Construyo igualdades y desigualdades numéricas como representación de relaciones entre distintos datos.

Teniendo en cuenta las competencias y desempeños mencionados de cada una de las áreas, las cuales se pretenden integrar usando como tema transversal el análisis de circuitos eléctricos, es necesario establecer el diseño de una secuencia didáctica, la cual puede ir cambiando de acuerdo a los resultados y observaciones generadas en el transcurso del trabajo clase a clase, debido a la importancia y significancia que las actividades propuestas aporten al aprendizaje de los estudiantes, es decir, no es necesario ser hermético y seguir al pie de la letra el planteamiento inicial, sino que las observaciones y los avances que los estudiantes presenten en cada una de las sesiones, son determinantes para hacer ajustes y mejoras a las actividades subsecuentes. De esta forma, se busca que el estudiante se sienta cómodo y motivado al realizar las actividades y que a partir de ello pueda mejorar también su proceso de aprendizaje, ya que se ajusta a sus necesidades.

Para hacer el diseño de la secuencia didáctica y realizar el trabajo de campo en esta investigación, se da relevancia al desarrollo de actividades prácticas y experimentales. Si bien, se hacen algunos acercamientos teóricos con ayuda del docente estableciendo discusiones de retroalimentación en cada una de las actividades, la mayoría de trabajo se realiza haciendo simulaciones de diferentes conexiones de circuitos configurados en serie y paralelo, implementación de estos mismos circuitos de forma real haciendo medición de sus variables, simulación de parámetros y características de la Ley de Ohm como parte de la etapa de fundamentación. Posteriormente y retomando los aprendizajes de la etapa de

fundamentación, se presenta a los estudiantes situaciones problema sobre el tema tratado para que sean solucionados y sustentados en una entrega final.

En concordancia con lo anteriormente dicho, se propone para la secuencia didáctica seis actividades las cuales son desarrolladas durante el último periodo lectivo en las clases de la asignatura de Tecnología e Informática, distribuidas en seis sesiones. De acuerdo con la clasificación de los tipos de trabajo práctico propuesta por Jiménez Aleixandre et al. (2003), mencionada en el capítulo 2, se diseñan las siguientes actividades con su respectivo orden (Tabla 3-2):

Tabla 3-2: Actividades de la secuencia didáctica.

Sesión	Actividad	Tipo de trabajo práctico	Características
1	Práctica preliminar de circuitos eléctricos (Anexo 1)	Experiencia y experimento ilustrativo.	<p>Descripción: Los estudiantes deben pasar por cuatro estaciones, en cada una hay una situación experimental con conexiones de circuitos diferentes, en las cuales encuentran problemas y preguntas que deben solucionar y consignar en una guía de trabajo.</p> <p>Alcances: Al realizar esta actividad se espera que los estudiantes puedan interpretar las situaciones que se presentan en las actividades propuestas, y a partir de ello hagan relaciones de sus conocimientos y nociones previas para proponer y determinar posibles soluciones.</p>
2	Práctica de circuitos en configuración serie (Anexo 2)	Ejercicio práctico para aprender destrezas prácticas e intelectuales.	<p>Descripción: Los estudiantes deben seguir instrucciones de una guía de trabajo para hacer una serie de simulaciones de circuitos configurados en serie, posteriormente tomar algunas mediciones y completar tablas de datos. A partir de la información recolectada deben hacer un análisis y responder a algunas preguntas dispuestas en la guía de trabajo.</p> <p>Alcances: Al realizar esta actividad se espera que los estudiantes puedan entender las características de funcionamiento de las variables de un circuito serie.</p>
3	Práctica de circuitos en configuración paralelo (Anexo 3)	Ejercicio práctico para aprender destrezas prácticas e intelectuales.	<p>Descripción: Los estudiantes deben seguir instrucciones de una guía de trabajo para hacer una serie de simulaciones de circuitos configurados en paralelo, posteriormente tomar algunas mediciones y completar tablas de datos. A partir de la información</p>

			<p>recolectada deben hacer un análisis y responder a algunas preguntas dispuestas en la guía de trabajo.</p> <p>Alcances: Al realizar esta actividad se espera que los estudiantes puedan entender las características de funcionamiento de las variables de un circuito paralelo.</p>
4	Problemas de conexión (Anexo 4)	Trabajo Experimental de tipo investigativo.	<p>Descripción: Se presenta a los estudiantes una serie de problemas de conexión sobre circuitos eléctricos, posteriormente los estudiantes deben interpretarlos y proponer con ayuda de un simulador una posible solución para cada uno de ellos, después deben plasmar un diagrama del circuito solución en la guía de trabajo. Por último, deben implementar de forma real algunos de los problemas presentados y tomar mediciones de sus variables.</p> <p>Alcances: Al realizar esta actividad se espera que los estudiantes desarrollen habilidades para solucionar problemas que se pueden presentar en la cotidianidad y aplicar de forma real los aprendizajes obtenidos en sesiones anteriores, respecto al uso de los simuladores.</p>
5	Elementos matemáticos (Anexo 5)	Ejercicio práctico para ilustrar la teoría.	<p>Descripción: Los estudiantes deben seguir una serie de instrucciones para manipular un simulador de la Ley de Ohm, en donde deben hacer varias modificaciones a las variables que explican el funcionamiento de dicha ley. A partir de esta experiencia, se formulan preguntas acerca del comportamiento de dichas variables las cuales deben ser analizadas y contestadas en una guía de trabajo.</p> <p>Alcances: Al realizar esta actividad se espera que los estudiantes tengan un acercamiento al modelamiento matemático de las variables que hacen posible el funcionamiento de un circuito eléctrico, y su relación entre sí. Así mismo, se espera que los estudiantes traten de establecer relaciones numéricas entre las variables trabajadas.</p>
6	Propuestas para los problemas de diseño (Anexo 6)	Trabajo Experimental de tipo investigativo.	<p>Descripción: Como parte del trabajo final y para observar los alcances de aprendizaje de los estudiantes, se les presenta una lista de problemas de conexión que se podrían presentar en la vida cotidiana sobre acometidas eléctricas, los cuales deben ser solucionados en grupos de trabajo y son</p>

			<p>asignados al azar. Además, dichos problemas deben ser presentados en una maqueta que recree el lugar y la situación en la cual se presenta el problema y posteriormente se propone una solución.</p> <p>Alcances: El propósito de este trabajo final es observar las habilidades, destrezas y aprendizajes adquiridos por los estudiantes durante la etapa de fundamentación. Se espera que para lograr solucionar el problema que le correspondió a cada uno tengan en cuenta el trabajo realizado en las prácticas anteriores a la asignación del mismo. Además, que se apoyen en sus compañeros de grupo para consolidar el aprendizaje considerando las habilidades más relevantes que cada miembro del grupo haya alcanzado.</p>
--	--	--	---

De este modo, las actividades propuestas para cada una de las sesiones buscan motivar y promover en los estudiantes habilidades, destrezas y aprendizajes significativos sobre las competencias y desempeños de las áreas de trabajo, de las cuales, a su vez se pretende que haya una integración partiendo del trabajo práctico y experimental con circuitos eléctricos y su análisis de funcionamiento. Durante el desarrollo de dichas actividades y teniendo en cuenta los aspectos de la metodología de investigación cualitativa, mencionados en el capítulo 1, se recolecta información interactuando con los estudiantes en cada una de las sesiones de trabajo, observando la forma de abordar los ejercicios, el lenguaje usado en los diálogos entre compañeros e incluso el lenguaje usado a la hora de formular preguntas. Todos estos aspectos son relevantes para hacer un buen proceso de sistematización de resultados, obtener información, analizarla e interpretarla.

Capítulo 4

4 Resultados

En continuidad con las fases y etapas de la investigación cualitativa, en este capítulo se aborda la fase de Datos Acumulados y sus etapas: Acceso al Campo y Recolección de Datos. Adicionalmente, se inicia con la etapa de Reducción de Datos en el marco de la sistematización de resultados obtenidos durante el trabajo de campo con los estudiantes, donde se encuentran las observaciones realizadas en cada una de las seis sesiones, teniendo en cuenta las interacciones grupales e individuales, así como la reflexión de los diferentes momentos de cada sesión.

En la primera sesión, se aplicó una prueba preliminar acerca de conocimientos sobre circuitos eléctricos, en la cual se propuso un ejercicio de experimentación ilustrativa con montajes reales y simulados para acercar a los estudiantes a algunos fenómenos sobre circuitos eléctricos, con situaciones que eran familiares para algunos de ellos. Posteriormente, se hicieron dos sesiones con talleres prácticos de aprendizaje sobre conexión simulada y análisis de circuitos eléctricos configurados en serie y paralelo. En la cuarta sesión, se realizó un taller sobre problemas de conexión con carácter experimental e investigativo, ya que los estudiantes debían pensar en soluciones a problemas planteados sobre conexiones con un funcionamiento específico. En la quinta sesión, se realizó un taller práctico orientado a ilustrar algunos aspectos teóricos del análisis de circuitos eléctricos, acerca de elementos matemáticos necesarios para realizar dichos análisis. Por último, los estudiantes organizados en grupos trabajaron en una actividad de tipo experimental e investigativa, en la cual se propuso un problema de conexión que

logrará integrar los conceptos aprendidos y posteriormente aplicarlos en su solución. Dicho problema se planteó teniendo en cuenta una situación que se podría presentar en la vida cotidiana. Así pues, debían proponer una solución de forma simulada y/o esquemática y a partir de ello, debían armar los circuitos para ver si en la realidad solucionaba el problema.

Estas actividades fueron aplicadas a 69 estudiantes de cuarto grado durante las clases de Tecnología e Informática, distribuidos en dos cursos (401,403) con la misma intensidad horaria a la semana. En cada curso se conformaron 16 grupos de trabajo por parejas elegidas al azar.

Las respuestas consignadas en las guías de trabajo y tenidas en cuenta para la recolección de datos en el transcurso del trabajo de campo, son aquellas que tienen un mejor nivel de argumentación, ya que algunos estudiantes emitieron respuestas muy cortas que no aportan información necesaria para el análisis. Los resultados obtenidos después de aplicar los talleres con los estudiantes se relacionan a continuación.

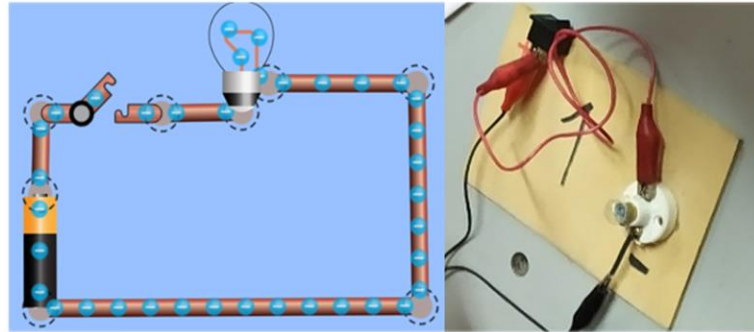
4.1 Sesión 1: Práctica preliminar de circuitos eléctricos (Anexo 1)

Objetivo: Identificar los conceptos previos en tecnología, matemáticas y física, existentes en los estudiantes de 4° de primaria del Colegio Arborizadora Baja IED a partir de las siguientes prácticas de laboratorio (real y simulada).

Metodología: En el salón de clases se encuentran distribuidas cuatro estaciones, en cada una de las estaciones los estudiantes deben observar una situación determinada referente al funcionamiento de circuitos eléctricos y contestar o completar los enunciados de las guías. Los estudiantes se organizan en parejas y en cada estación pueden pasar tres grupos e interactuar para resolver la guía.

Descripción de la estación 1: En esta estación los estudiantes observan un circuito sencillo (Figura 4-1): consta de una fuente de voltaje, un interruptor, un bombillo y cables conductores. Dicho circuito está conectado en configuración serie, aparentemente bien conectado. Sin embargo, el circuito tiene un cable defectuoso que no permite una conexión eficaz para activar el bombillo al momento de manipular el interruptor.

Figura 4-1: Circuito con falla (simulado y real). Taller 1.



Resultados esperados: En esta estación, se espera que los estudiantes manipulen el circuito hasta localizar la falla, superarla y activar el bombillo.

Observación del Investigador: En principio los estudiantes proceden a desconectar el circuito y verificar si los cables están bien conectados, es decir, de alguna manera sin precisar el concepto intuyen que existe una polaridad y que esto puede afectar el circuito, a pesar de que la polaridad del circuito está señalada con colores (Rojo +, negro -), sin embargo, ignoran este aspecto. Posteriormente verifican la conexión del bombillo, desenroscándolo y enroscándolo para comprobar que esté haciendo contacto, luego conectan de nuevo todo el circuito. En algunos casos les funciona inmediatamente, atribuyendo el daño a la conexión defectuosa del bombillo, en otros mueven los cables hasta lograr activar el bombillo, pero sin reconocer cuál de los cables era el defectuoso, simplemente generalizan y mencionan que los cables están dañados.

Respuestas en las Guías: Para este primer ítem se obtienen los siguientes resultados: 16 grupos de trabajo no encontraron la falla y no lograron activar el bombillo, 9 grupos afirmaron que la falla estaba en un cable, 4 grupos afirmaron que la falla estaba en el bombillo y 1 grupo afirmó que la falla estaba tanto en el cable como en el bombillo.

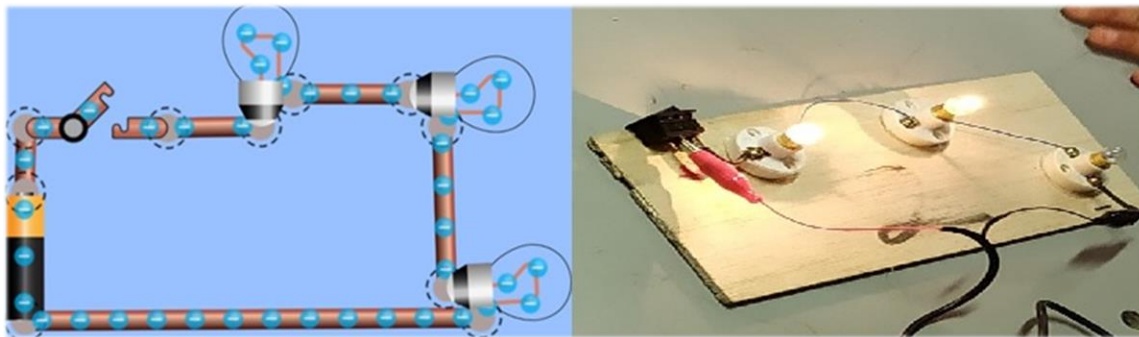
Algunas precisiones que hacen los estudiantes con sus propias palabras respecto a la estación son:

- “Puede ser que está mal conectado y tenemos que revisar para ver y después arreglar”.
- “Es el cable y la solución es cambiarlo”.
- “La solución fue acomodar bien los cables”.
- “La falla fue el interruptor que no tomaba corriente”.
- “Están mal puestos los circuitos”.

- “La solución puede ser una nueva batería o cambiar los cables”.
- “No se enciende de ninguna manera probablemente un corto”.
- “Los cables están tal vez mal conectados, toca conectar bien”.
- “La posición de los cables y el orden, y poner otro bombillo”.
- “Los caimanes están mal conectados”.
- “No activa porque probablemente hay un corto circuito”.
- “El bombillo puede estar dañado”.

Descripción de la estación 2: En esta estación los estudiantes observan un circuito serie (Figura 4-2), el cual consta de 3 bombillos, un interruptor, una fuente de voltaje y cables. Los estudiantes deben observar y contestar algunas preguntas antes y después de activar el circuito para que puedan apreciar y tratar de entender su funcionamiento.

Figura 4-2: Circuito serie (simulado y real). Taller 1.



Resultados esperados: Se espera que los estudiantes puedan seguir las indicaciones para hacer pruebas al circuito y además puedan identificar algunas de las características básicas de funcionamiento de este tipo de configuración. Por ejemplo, el rol de cada bombillo, qué ocurriría si se desconecta uno de los bombillos o qué pasaría, por ejemplo, si se invierte la polaridad del circuito. En general se espera que los estudiantes manipulen el circuito y hagan las pruebas que se requieran en el momento.

Observación del investigador: En esta estación los estudiantes están un poco más motivados al ver que el circuito que están manipulando tiene más elementos que el anterior, además de no presentar fallas, también pueden activar y desactivar el circuito para observar su funcionamiento.

Preguntas con sus respectivas respuestas en las guías.

- a) *¿Sabe cómo se llama este tipo de configuración? Si _____ No _____. Si respondió afirmativamente (Si) diga cuál es el nombre de la configuración: _____.*

De esta estación, solo 4 grupos aseguran saber qué tipo de configuración es, pero ninguno da una respuesta correcta. Entre los nombres que sugieren se encuentran: voltaje, corto, interruptor y circuito eléctrico.

Se encuentran las siguientes respuestas referentes a lo que creen si se desconecta uno de los bombillos antes de activar el interruptor:

- “Corto circuito y explotaría o se dañaría el bombillo”.
- “Se podría apagar y no prender ningún bombillo”.
- “Se daña”.
- “Se apagan todos”.
- “No se prendería”.
- “No se encenderá el bombillo”.
- “No prende porque no tiene fuente de energía los otros dos bombillos”.
- “Solo encenderán 2 de ellos”.
- “No funciona ya que no pasa la electricidad a los bombillos”.

- b) *Si se desconecta uno de los 3 bombillos ¿qué cree que sucederá?:*

Después de revisar todas las respuestas, la más común entre los grupos es que “todos los bombillos se apagaban”, la segunda es que “no prendería” y la tercera que “se dañaría”. Es decir, para este caso los estudiantes, aunque no poseen bases teóricas sólidas para explicar el fenómeno intuyen lo que podría suceder.

- c) *¿Todos los bombillos funcionarán igual? Si _____ No _____. Si respondió negativamente (No), explique qué cree que sucederá:*

12 grupos contestaron que los bombillos no van a funcionar igual y las explicaciones que agregan son:

- “No porque todos los bombillos funcionan de diferente manera”.
- “Prenden igual pero cada uno alumbra más que el otro”.
- “Funcionaran a la misma vez”.

La mayoría de los estudiantes no encuentra los argumentos para sustentar si los bombillos funcionarían de igual manera, sin embargo, entre los que respondieron afirman que los bombillos funcionarían de manera diferente.

Después de conectar el circuito a la fuente de energía y cerrar el interruptor, los estudiantes contestaron las preguntas de los ítems **d)** y **e)**. Entre las respuestas más relevantes y/o frecuentes se destacan:

d) Después de manipular el circuito y observar su funcionamiento, describa que sucede en cada bombillo e identifique cuales fueron las diferencias con su percepción inicial, descrita en los puntos b y c (para el punto b desconecte un bombillo y observe lo que sucede) de esta estación (2):

- “Si uno desatornilla un bombillo ya no sirven los demás”.
- “Se alumbra uno más, el otro menos, y otro poquito”.
- “Los bombillos prendieron, pero unos más poquito que el otro”.
- “Dos encendieron y el tercero no le llega energía”.
- “Si se desconecta 1 no sirve nada, y siempre alumbra más el 1 que el 2”.
- “Se encienden todos, la diferencia es que 2 brillan menos”.
- “Cada bombillo va apagándose en su camino”.

En este ítem, la mayoría de los estudiantes pudieron apreciar que los bombillos van perdiendo luminosidad, algunos pocos hablaron de la energía sin relacionar el fenómeno con algún acercamiento conceptual o teórico sobre su explicación del. Sin embargo, entienden que el brillo no es el mismo en todos los bombillos y que va disminuyendo.

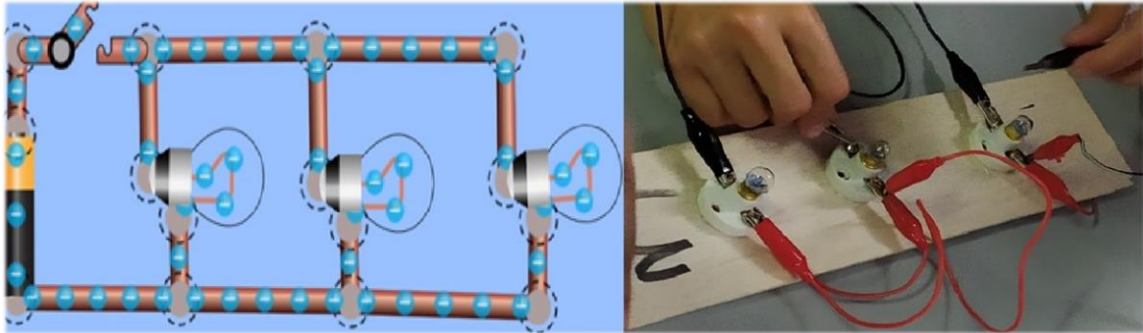
e) ¿Qué cree que sucedería si se conectaran en cambio de tres, cuatro bombillos de manera similar? Describa cómo sería el funcionamiento del cuarto bombillo:

- “Yo creo que el primero prendería mucho, el segundo más poquito, el tercero no prendería tanto y el cuarto alumbraría solo un poquito”.
- “Hay menos energía que en otros”.
- “Que se va disminuyendo la luz”.
- “Este cuarto bombillo estará apagado, ya que mientras sigue su camino se van apagando”.
- “No pasaría nada, funcionaría igual”.

En este ítem los estudiantes son un poco más reservados en sus predicciones, la mayoría hace referencia a que funcionaría igual, pero no especifican cuál es ese funcionamiento. Sin embargo, algunos (menos de la cuarta parte) mencionan que si se conecta otro bombillo alumbraría menos que los demás siguiendo la tendencia de los tres primeros.

Descripción de la estación 3: En esta estación los estudiantes encuentran un circuito conectado en configuración paralelo (Figura 4-3) que consta de 3 bombillos, una fuente de voltaje, un interruptor y cables. Deben observar y contestar algunas preguntas antes y después de activar el circuito para que puedan apreciar y tratar de entender el funcionamiento del mismo.

Figura 4-3: Circuito paralelo (simulado y real). Taller 1.



Resultados esperados: Se espera que los estudiantes puedan seguir las indicaciones para hacer pruebas al circuito y además logren identificar algunas de las características básicas de funcionamiento de este tipo de configuración.

Observación del investigador: En esta estación los estudiantes ya tienen mayor confianza a la hora de manipular el circuito, se atreven a conectarlo y desconectarlo teniendo como referencia la imagen del circuito que se presenta en la guía, tomada de una simulación. Los que ya pasaron por las dos primeras estaciones lanzan juicios y aseguran que su funcionamiento va a ser igual al del circuito configurado en serie.

a) *¿Sabe cómo se llama este tipo de configuración? Si ____ No _____. Si respondió afirmativamente (Si) diga cuál es el nombre de la configuración:*

De esta estación se encuentra que 4 grupos de trabajo afirman conocer el nombre de la configuración, sin embargo, le asignan el nombre “mutualmente”. Por consiguiente, los otros 27 grupos de trabajo afirmaron no conocer el tipo de configuración.

b) *Si se desconecta uno de los 3 bombillos ¿qué cree que sucederá?*

Entre las respuestas más relevantes y/o frecuentes se encuentran:

- “No pasa energía y no se movería”.
- “No se daña, se prenden los que no se desconectan”.

c) *¿Todos los bombillos funcionarán igual? Si ____ No _____. Si respondió negativamente (No), explique qué cree que sucederá:*

21 grupos contestan que los bombillos funcionarían igual, lo cual es cierto, sin embargo, se estima que pudieron corregir la respuesta después de haber manipulado el circuito y comprobado su funcionamiento. Entre las explicaciones más relevantes y/o frecuentes se encuentran:

- “Que todos los bombillos quedaran apagados”.
- “Prenden igual”.
- “No prendería”.
- “Todos los bombillos funcionan de igual manera”.
- “Pues unos funcionan diferente, talvez menos o más”.
- “No se haría la misma secuencia”.
- “No funcionaría igual porque le daría más voltaje”.
- “Todos los bombillos harían un corto”.

En estos dos ítems los estudiantes trataron de analizar las situaciones, algunos antes de activar el circuito aciertan al afirmar que los demás bombillos no se verían afectados. Pese a que 21 grupos afirman que funcionarían igual, no argumentan su respuesta.

d) *Después de poner en funcionamiento el circuito y observar su comportamiento, describa lo que sucede en cada bombillo e identifique cuáles fueron las diferencias con su percepción inicial, descrita en los puntos b y c (para el punto b desconecte un bombillo y observe lo que sucede) de esta estación (3):*

Entre las respuestas más destacadas y/o frecuentes después de activar el circuito se encuentran:

- “Cuando un bombillo se apaga no afecta a los demás bombillos”.
- “Cuando se quita un bombillo no afecta a los demás”.
- “Todos los bombillos alumbran igual”.
- “No hay diferencias”.
- “Yo espiche el interruptor y todos funcionan igual”.
- “Si desconectamos un bombillo, el que desconectamos se apagó y los otros no”.
- “Brillan igual todos los bombillos”.

e) *¿Qué cree que sucedería si se conectaran en cambio de tres, cuatro bombillos de manera similar? Describa cómo sería el funcionamiento de los nuevos bombillos:*

Entre las respuestas más relevantes y/o frecuentes sobre agregar otro bombillo se encuentran:

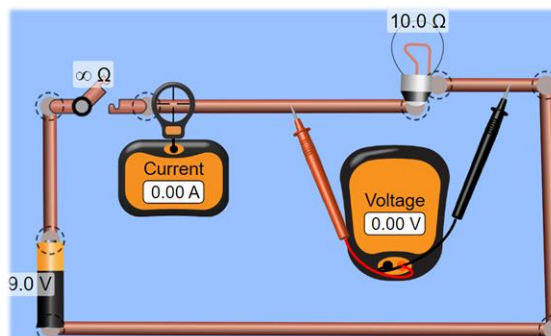
- “Lo mismo porque es el mismo funcionamiento”.
- “Los bombillos iluminarían todos igual”.

- “Igual, pero con más voltaje”.
- “Si ponemos cuatro alumbran menos”.
- “Tendrían el mismo funcionamiento”.
- “Sería lo mismo en la fuerza de la luz”.
- “Si lo ponemos más, más alumbra”.
- “No cambiaría ya que cuando la electricidad va en línea recta daría la misma luz disminuyendo un poco en todos los bombillos menos luz, pero daría la misma en todos los bombillos”.

Después de ver el circuito en funcionamiento la mayoría (más del 90%), afirma que los bombillos brillan con la misma intensidad, los que no están de acuerdo, se presume que no alcanzaron a completar el taller o manipularon de forma errónea el circuito. En cuanto a la última pregunta acerca de si se conecta un cuarto bombillo, la mayoría (más del 80%) afirma que todos alumbrarían igual, corroborando la información durante la observación. Sin embargo, el otro porcentaje que afirma que el circuito funciona igual y se retracta de su respuesta después de activarlo, tienen dudas al respecto del funcionamiento con un cuarto bombillo.

Descripción de la estación 4: En esta estación los estudiantes encuentran una simulación de un circuito sencillo (Figura 4-4) construido con ayuda de la plataforma PhET de la Universidad de Colorado. El circuito consta de un bombillo, un interruptor, una fuente de voltaje y cables, adicionalmente hay dos instrumentos de medida para verificar las variables del circuito. La intención de esta estación es que los estudiantes puedan identificar las variables que intervienen en un circuito eléctrico y demostrar cómo cambian en ciertas situaciones.

Figura 4-4: Circuito simulado. Taller 1.



Resultados esperados: Después de realizar esta actividad se espera que los estudiantes tengan mayor claridad acerca de las variables que intervienen en el funcionamiento de un

circuito eléctrico y que no se trata solo de energía, sino que hay varios factores que hacen posible que el bombillo emita una luz.

Observación del investigador: Esta estación tiene la particularidad de que todos los estudiantes que se encuentran allí quieren tomar liderazgo y manipular el equipo, entendiendo que no es un circuito real y como algunos tenían miedo de recibir una descarga eléctrica, actuaban con más cuidado en las estaciones en donde había montajes reales. Sin embargo, en esta estación, incluso antes de leer las indicaciones, se atrevían a jugar con los valores del bombillo y la fuente de energía. Al final la mayoría salió de la estación con una idea más clara acerca de las variables que intervienen en el funcionamiento de un circuito eléctrico.

a) *¿Reconoce las variables que muestran los instrumentos de medida? Si_____ No_____. Si respondió afirmativamente (Si) diga cuál o cuáles son los nombres de las variables:*

14 grupos contestaron no tener conocimiento de las variables que se mostraban en los instrumentos, a pesar de que estaban escritos sobre ellos. Aunque están en otro idioma (ingles) su escritura es muy similar al español. Los otros 17 grupos contestan que si identifican las variables corriente y voltaje.

b) *Después de manipular el circuito y observar su funcionamiento, describa qué sucede en cada uno de los instrumentos:*

En este ítem la mayoría de los estudiantes identifica que cuando se activa el circuito los instrumentos miden el voltaje y la corriente, algunos precisan lo siguiente:

- “Prende el bombillo y pasa energía por los cables”.
- “El bombillo enciende con la energía y el voltaje que se produce”.
- “Se mueve la energía y el bombillo alumbra”.

○ *Haga un clic en la fuente de voltaje (batería) y varíe el voltaje, observe qué pasa. Repita el procedimiento varias veces con diferentes voltajes.*

c) *Describe lo que sucedió en cada uno de los instrumentos de medida.*

La mayoría los estudiantes (más del 70%) identifica que al subir o bajar el valor de voltaje de la fuente también suben o bajan los valores en los instrumentos, algunas de sus precisiones son:

- “La luz va subiendo y la corriente sube más y va más rápido”.

- “Bajo la luz de corriente y voltaje”.
- “Aparecen más números en los instrumentos”.
- *Haga un clic en el bombillo y varíe el valor indicado, observe qué pasa. Repita el procedimiento varias veces.*
- d) *Describe lo que sucedió en cada uno de los instrumentos de medida.*

En este ítem más del 85% de los estudiantes responden haciendo referencia a que las cargas eléctricas circulan en el conductor más o menos rápido cuando se varia el valor del bombillo. Además, algunos hacen referencia a que los valores en los instrumentos de medida también cambian, influenciados por la variación del valor del bombillo. Algunas de las respuestas más relevantes y/o frecuentes son:

- “La energía va más lenta”.
- “La electricidad va más lenta y hace que haya menos luz”.
- “Va más lento y bajo la corriente”.
- “Cuando subía iba más lento, y cuando bajaba iban más rápido”.
- “Tiene más resistencia el bombillo”.

Observando las respuestas generadas por los estudiantes, se entiende que al variar el bombillo solo aumentaron el valor de su resistencia, pero no se encuentran respuestas de lo que sucedería si este disminuía.

- e) *Después de observar lo que sucedió al variar los valores de la batería y del bombillo, cree que tienen alguna relación:*

En este ítem la mayoría de los estudiantes (más del 70%) afirma que no hay relación, a pesar de evidenciar que, si varían uno u otro elemento se modifican los valores de las variables dentro del circuito. No obstante, algunos tienen nociones de lo que está sucediendo, pero carecen de argumentos sólidos para explicar el fenómeno. Entre las respuestas se encuentran:

- “Si ya que son de dos la energía”.
- “Si ya que son de energía y van conectados”.
- “Si el bombillo deja de alumbrar y se disminuye la velocidad”.
- “Si el voltaje se utiliza en las dos”.
- “Yo creo que si tienen una relación porque cuando pasa la energía el bombillo alumbra más”.
- “Si porque uno va muy lento y el bombillo alumbra muy poco”.
- “Si cuando uno baja algo, en el bombillo baja la energía y en la batería baja la corriente y el voltaje”.

- f) *Según su experiencia ¿cree que se puede explicar el fenómeno evidenciado en la simulación a partir de alguna de las asignaturas que cursa en el colegio? Describa cómo se podría explicar.*

En esta pregunta solo 7 grupos responden que sí se pueden explicar los fenómenos, mencionando que se podría generar esa explicación a partir de la asignatura de ciencias naturales. Los demás responden que no tienen conocimiento acerca de alguna asignatura a fin para relacionar con los fenómenos presentados en la simulación.

Comentarios finales: Esta primera actividad fue muy interesante ya que se pueden identificar algunas de las nociones que tienen los estudiantes referentes al tema de circuitos eléctricos. También identifican las variables que intervienen en el funcionamiento del circuito (voltaje y corriente), si bien hacen parte de lo que se conoce como energía eléctrica, la mayoría de los estudiantes cree que solo hay una energía que hace funcionar los dispositivos eléctricos, sin discriminar la dependencia tanto del voltaje como de la corriente para que el fenómeno se pueda dar. Otro aspecto que se identifica es cómo se comportan los componentes conectados al circuito en diferentes configuraciones, en este caso los bombillos, sin embargo, solo identifican lo que sucede si se retiran o agregan más elementos. Por último, se evidencia por medio de la estación de simulación lo que sucede cuando se varían los valores tanto de la fuente como el bombillo y el efecto que esto produce en el movimiento de las cargas eléctricas dentro del circuito.

Como retos para continuar el trabajo con los estudiantes, se identifica que se debería diseñar un material que permita fortalecer las primeras nociones correctas que muestran los estudiantes en este taller y continuar con otros laboratorios que permitan consolidar el aprendizaje logrado hasta el momento con respecto a las diferencias de funcionamiento de cada uno de los tipos de circuitos.

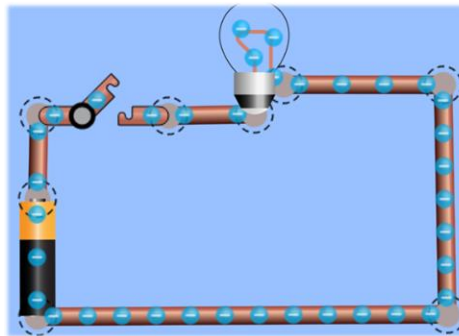
4.2 Sesión 2: Práctica de circuitos en configuración serie (Anexo 2)

Objetivo: Identificar las características de conexión y el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) de un circuito configurado en serie por medio del desarrollo de una práctica de laboratorio simulada.

Metodología: En esta práctica se presenta a los estudiantes una serie de circuitos que deben implementar con ayuda del simulador de circuitos “kit de construcción de circuitos: CD” disponible en la plataforma PhET. En total deben hacer la conexión de tres circuitos y realizar algunas mediciones con los instrumentos que presenta el simulador, para completar algunos datos solicitados en el taller con el fin de ser analizados en la parte final de la práctica.

Descripción del paso 1: En este paso se presenta un circuito sencillo (Figura 4-5) el cual deben armar con ayuda del simulador, está compuesto por una fuente de voltaje, un interruptor, un bombillo y cables. Previamente los estudiantes reciben una indicación por parte del docente referente a la forma adecuada de conectar los instrumentos de medida y hacer las mediciones del componente indicado.

Figura 4-5: Circuito simulado con un bombillo. Taller 2.



Resultados esperados: En la implementación de este circuito se espera que los estudiantes se familiaricen con la plataforma, con los componentes que se utilizan para construir el circuito y con la forma correcta de hacer las mediciones, además de cómo interactúan entre sí las variables medidas y sus componentes.

Observación del investigador: En esta clase, a diferencia de otras en donde se abordan distintas temáticas se observa un nivel de motivación alto, los estudiantes se ven entretenidos en los equipos de cómputo, están curiosos y algunos comienzan a interactuar con otras herramientas y elementos que ofrece la plataforma. La mayoría no tiene inconvenientes en seguir las instrucciones, las cuales, aunque son herméticas, están especificadas paso a paso. Por momentos se debe hacer un llamado al orden para que dejen de probar elementos ofrecidos por la plataforma, pero que son ajenos a la práctica.

En algunos casos es necesario intervenir con ciertos grupos de trabajo para volver a explicar la forma adecuada de utilizar los instrumentos de medición.

Figura 4-6: Estudiantes desarrollando el taller 2.



c) *Describe lo sucedido al cerrar el interruptor en el siguiente espacio:*

La mayoría de los grupos explica lo que sucede, incluso varios grupos (50% aproximadamente) mencionan con detalle en sus respuestas lo que pueden observar gracias a la animación que ofrece la plataforma una vez se cierra el interruptor y se activa el circuito. Entre las respuestas más relevantes y/o frecuentes se encuentran:

- “A lo que cerramos el interruptor se comenzaron a mover unas bolitas hacia la izquierda y generó luz”.
- “Cuando uno cierra el interruptor la va a pasar la corriente al bombillo entonces el bombillo va a tener luz”.
- “Se prende el bombillo y aparecen flechas por donde va”.
- “Cuando lo conecte pasa la corriente que hace que se prenda el bombillo y crece el brillo cuando aumenta el voltaje de la batería”.
- “Empezó a existir corriente”.
- “Funciona el bombillo y se mueve la energía”.
- “Cuando lo cerramos los electrones empiezan a girar”.

En este primer ejercicio ya se pueden identificar las asociaciones que hacen los estudiantes entre las partículas que se mueven por los conductores y la energía eléctrica, incluso un grupo las asocian específicamente con electrones, lo cual puede ser positivo al

momento de hacer la retroalimentación e identificar una asignatura afín para explicar el fenómeno.

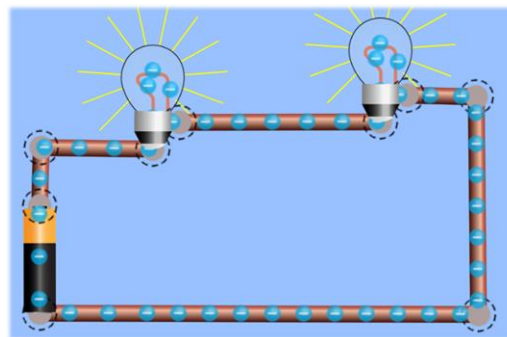
- d) *Siga las indicaciones de uso del instrumento de medida que dará el docente y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente siga las instrucciones del docente y mida corriente. Posteriormente consigne los valores indicados por el instrumento en el siguiente cuadro:*

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:		Bombillo 1:	
Bombillo 1:			

En este ítem se deben tomar las mediciones de voltaje y corriente de los elementos del circuito siguiendo las indicaciones dadas. La mayoría de estudiantes consigna en la guía los valores solicitados acertadamente, tan solo 5 grupos de trabajo coloca números que no coinciden con las características del circuito, 4 de ellos, en la casilla de bombillo coloca el valor de su resistencia en lugar del valor de corriente.

Descripción del paso 2: En este paso los estudiantes deben armar un nuevo circuito (Figura 4-7), dicho circuito tiene un bombillo más que el montaje anterior y de igual forma se debe construir en el simulador, consta de una fuente de voltaje, un interruptor, dos bombillos y cables. En este nuevo circuito se espera que los estudiantes tengan la habilidad de hacer las mediciones de forma correcta y posteriormente se cotejen con los valores obtenidos en el circuito 1 (Figura 4-5).

Figura 4-7: Circuito simulado con dos bombillos. Taller 2.



Resultados esperados: Después de desarrollar este punto se espera que los estudiantes comiencen a asociar los valores con los resultados obtenidos durante la sesión 1 (práctica preliminar), en la cual se lograba identificar visualmente algunas características de funcionamiento de este tipo de configuración.

Observación del investigador: Al observar a los estudiantes e interactuar con algunos de ellos se comienzan a escuchar algunos comentarios como: “la energía se reparte en los

bombillos”, algunos con especificaciones técnicas refiriéndose a las unidades de medida del instrumento, también identifican que el valor de la corriente no cambia durante la incursión en el circuito.

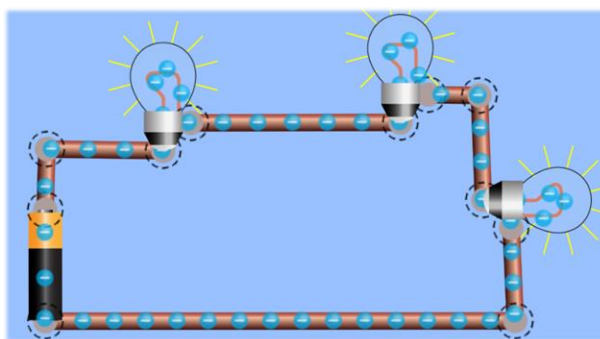
- b) *Siga las indicaciones de uso del instrumento de medida que dará el docente y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente siga las instrucciones del docente y mida corriente. Posteriormente consigne los valores indicados por el instrumento en el siguiente cuadro:*

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:		Bombillo 1:	
Bombillo 1:		Bombillo 2:	
Bombillo 2:			

Al revisar los valores consignados se observa que hay un aumento de datos erróneos o incompletos consignados en la guía, en total 10 grupos no hace las mediciones adecuadamente. Sin embargo, la otra parte tiene una noción más clara de lo que sucede en el circuito tomando como referencia los valores medidos.

Descripción del paso 3: En este paso los estudiantes deben armar nuevamente un circuito configurado en serie (Figura 4-8), pero ahora con 3 bombillos, de igual forma se debe construir con ayuda del simulador, consta de una fuente de voltaje, un interruptor, tres bombillos y cables. Se espera que los estudiantes tengan la habilidad de hacer las mediciones de forma correcta y estos valores se cotejen con aquellos obtenidos en los circuitos 1 y 2 (Figura 4-5 y Figura 4-7).

Figura 4-8: Circuito simulado con tres bombillos. Taller 2.



Resultados esperados: Después de realizar este ejercicio se espera que los estudiantes tengan la capacidad de establecer una comparación sobre el funcionamiento de las variables voltaje y corriente en un circuito eléctrico, y cómo actúa cada una de ellas en función del número de componentes conectados en dicho circuito, en este caso bombillos.

Observación del investigador: Antes de iniciar con la medición los estudiantes intuyen lo que va a suceder al medir el voltaje, algunos manifiestan que la corriente también se divide al igual que el voltaje. Se espera que en los resultados del paso 4 se puedan aclarar las dudas.

- b) *Siga las indicaciones de uso del instrumento de medida que dará el docente y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente siga las instrucciones del docente y mida corriente. Posteriormente consigne los valores indicados por el instrumento en el siguiente cuadro:*

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:		Bombillo 1:	
Bombillo 1:		Bombillo 2:	
Bombillo 2:		Bombillo 3:	
Bombillo 3:			

En los resultados se presentan datos erróneos en 8 grupos, algunos de ellos no alcanzan a culminar el taller y se presume que otros no hacen esta última simulación juiciosamente. Sin embargo, los otros 23 grupos completan el cuadro con la información de manera correcta, unos pocos ya entienden cuáles son las diferencias de funcionamiento entre la corriente y el voltaje con solo ver los resultados consignados en la tabla.

Descripción del paso 4: En este momento de la clase y después de que los estudiantes completan la información solicitada en las tablas con los valores medidos, se hace un conversatorio grupal con el fin de retroalimentar la práctica, analizar los resultados y recoger todas las opiniones con respecto a sus percepciones sobre el funcionamiento de las diferentes conexiones del tipo de configuración trabajado en la sesión. Para ello, se presentan a los estudiantes tres preguntas orientadoras con el fin de que puedan consensuar con su grupo de trabajo y tomar los elementos de la discusión previa para tratar de generar argumentos sólidos que expliquen las características de las variables (voltaje y corriente) en el funcionamiento de la configuración serie.

Resultados esperados: Se espera que los estudiantes a partir de su propia experiencia en la realización del taller y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las mediciones, puedan describir de forma básica como actúan las variables voltaje y corriente en este tipo de configuración de circuitos.

Observación del investigador: Al iniciar con la discusión se hacen algunas preguntas referidas a cómo se sintieron realizando la actividad, si les pareció fácil o difícil, si encontraron todos los elementos necesarios para hacer la actividad y si habían logrado interpretar el funcionamiento de las variables a lo largo de los tres montajes. A lo cual,

algunos estudiantes comienzan a participar manifestando que la práctica fue entretenida y que habían podido realizar todas las mediciones, incluso que algunos habían podido experimentar con otros elementos disponibles en el simulador, haciendo cortos, explosiones y telarañas de circuitos, lo cual fue evidente al pasar por los puestos de trabajo de algunos grupos que ya habían terminado la actividad.

A continuación, se presentan las respuestas más relevantes y/o frecuentes de algunos estudiantes durante la ejecución de la práctica.

a) ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el amperímetro (instrumento para medir corriente) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- “No porque siempre da el mismo resultado”.
- “No pasa nada porque tienen la misma corriente de la pila”.
- “No, sigue igual porque nunca cambia la pila”.
- “No, si se agrega un bombillo nuevo la corriente sigue igual”.
- “No porque la corriente es igual sin importar la cantidad de bombillos”.

b) ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el voltímetro (instrumento para medir voltaje) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- “Si porque el voltaje se parte cada vez que se agrega un bombillo”.
- “Dependiendo de los bombillos”.
- “si porque se va a dividir más”.
- “La pila comparte a los 3 bombillos”.
- “Si existen diferencias, en el voltaje van bajando”.
- “El voltaje divide la energía por igual a los bombillos”.
- “Se divide depende de los bombillos y se disminuye el voltaje”.

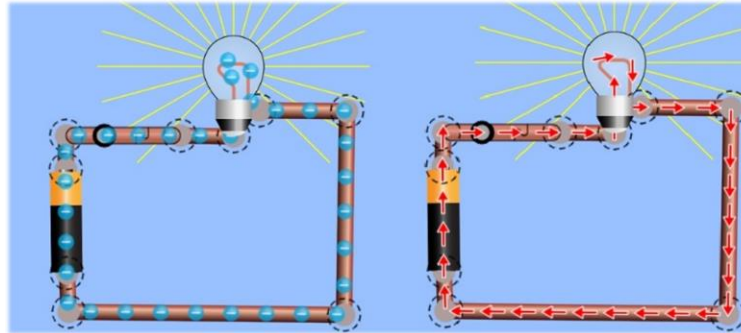
c) ¿Cree que existe alguna relación entre el voltaje de la fuente (batería) y los valores de voltaje medidos en cada uno de los bombillos según el circuito? Explique su respuesta.

- “Se divide el voltaje según los bombillos”.
- “Si porque es lo que le da el voltaje”.
- “Si porque la batería baja su voltaje de acuerdo a los bombillos que se encuentren”.
- “Si los 3 tienen 12v (voltaje de la fuente)”.
- “Creo que porque la pila siempre tendrá 9v y el voltaje siempre baja”.
- “Si porque la batería de la energía da voltaje y corriente y entre más bombillo se divide la energía de la batería”.

Descripción del paso 5: En este paso se pide a los estudiantes volver a construir el circuito de la Figura 4-5 el cual está compuesto por una fuente de voltaje, un interruptor, un bombillo y cables, con el fin de hacer algunas variaciones a la resistencia del bombillo

y a la fuente de voltaje. De este modo identificar cómo cambian los valores en los instrumentos y también el movimiento de las partículas en los conductores que muestran la animación del simulador, las cuales representan las cargas eléctricas. Otra animación que se puede apreciar es el movimiento de las flechas que representan la dirección de la corriente (Figura 4-9).

Figura 4-9: Movimiento de carga y corriente en el circuito. Taller 2.



Resultados esperados: Después de esta práctica se espera que los estudiantes puedan identificar en el circuito, el efecto que produce variar el valor de la resistencia del bombillo y la fuente de voltaje. Se espera que puedan interpretar que la resistencia y la corriente tienen una relación inversa en el circuito y que los valores de voltaje y corriente tienen una relación proporcional entre sí.

Observación del investigador: En este ejercicio los estudiantes comienzan a variar los valores de resistencia sin importar mucho, si es el valor indicado, algunos solo lo suben y bajan indiscriminadamente, evidenciando que el movimiento de las cargas se ralentiza o se acelera, algunos comienzan a preguntar sobre la unidad de medida y el nombre del componente que se está variando (resistencia) a lo cual, se responde con otras preguntas orientadoras insinuando a los estudiantes el efecto que produce el aumento de esta variable. En la mayoría de los casos asocian lo que está sucediendo con “frenar” la energía.

A continuación, se presentan las respuestas más relevantes y/o frecuentes de algunos estudiantes durante la ejecución de la práctica.

b) *Haga un clic en el bombillo.*

- *Disminuya el valor que aparece originalmente a la mitad y describa que sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro:*

- “Anda más rápido e ilumina más”.
 - “Se aumenta el movimiento”.
 - “La energía avanza más rápido y la corriente sube”.
 - “Comenzó a iluminar más y la energía es más rápida”.
- *Aumente el valor que aparece originalmente al doble y describa que sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro:*
- “Anda más lento y no ilumina tanto”.
 - “Disminuyó la velocidad”.
 - “La corriente disminuye y el bombillo da menos luz”.
- *¿Por qué razón cree que se presenta este fenómeno? Explique su respuesta.*

En este ítem solo un grupo se atrevió a dar un argumento:

- “Cuando su resistencia cambia o disminuye, su corriente cambia dependiendo del que resistencia tenga”.
- *¿Se puede asociar el fenómeno evidenciado con alguna operación aritmética básica (+, -, x, ÷)? ¿Cuál sería esa operación? Responda en el siguiente espacio:*

En este ítem solo un grupo se atrevió a dar un argumento:

- “División ya que se disminuye en todas”.
- c) *Ahora restablezca el valor de la resistencia al establecido originalmente y haga clic en la fuente de voltaje (batería).*
- *Disminuya el valor que aparece originalmente a la mitad y describa qué sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro:*
- “Aumenta la velocidad y el bombillo alumbra más”.
 - “Se baja la luz”.
 - “Se pone muy lento”.
- *Aumente el valor que aparece originalmente al doble y describa qué sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro:*
- “La corriente baja y la energía también”.
 - “Va más lento”.
 - “Se disminuye la corriente y la luz baja”.
- *¿Se puede asociar el fenómeno evidenciado con alguna operación aritmética básica (+, -, x, ÷)? ¿Cuál sería esa operación? Responda en el siguiente espacio:*

En este ítem no se encontraron argumentos acertados o que se acercaran a la explicación esperada.

- *¿Porque razón cree que se presenta este fenómeno? Explique su respuesta.*

En este ítem no se encontraron argumentos acertados o que se acercaran a la explicación esperada.

Comentarios finales: Al finalizar esta práctica, se pueden rescatar varios elementos, uno de ellos es que los estudiantes sienten mayor seguridad a la hora de manipular los circuitos, no tienen reparo en aumentar o disminuir valores, incluso hasta quemar los componentes que la simulación muestra. Por otra parte, lo más claro en esta práctica es que los estudiantes reconocen las características del circuito serie, la mayoría entiende como es el funcionamiento de la corriente y el voltaje en el circuito tomando como referencia el valor de voltaje de la fuente. Algunos entienden que si se aumenta el voltaje, la corriente también aumenta, y otros cuantos, gracias a las animaciones que ofrece el simulador, que si se aumenta el valor de la resistencia la corriente del circuito disminuye y el valor de voltaje del elemento también. Sin embargo, para la parte de variación de la resistencia, aún no se evidencian argumentos claros y sólidos generados por los estudiantes para explicar lo que sucede. Aunque para ser la primera práctica simulada utilizando instrumentos de medición se rescatan varias cosas que, según los resultados plasmados en las guías quedaron claros, específicamente:

- Cómo funciona la corriente y el voltaje en un circuito serie.
- Que existe una relación proporcional entre el voltaje y la corriente cuando se aumenta o disminuye el valor de la fuente de energía.

Fue necesario iniciar con una retroalimentación en la práctica de la sesión posterior para rescatar los aprendizajes consolidados en esta clase.

4.3 Sesión 3: Práctica de circuitos en configuración paralelo (Anexo 3)

Objetivo: Identificar las características de conexión y el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) de un circuito configurado en paralelo por medio del desarrollo de una práctica de laboratorio simulada.

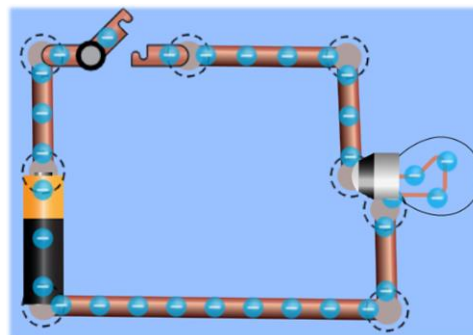
Metodología: En esta práctica, al igual que la práctica de la sesión 2, se presenta a los estudiantes una serie de circuitos que deben implementar con ayuda del simulador de

circuitos “kit de construcción de circuitos: CD” disponible en la plataforma PhET. En total deben hacer la conexión de 3 circuitos en configuración paralelo, posteriormente deben realizar algunas mediciones con los instrumentos que presenta el simulador y a partir de ello completar algunos datos solicitados en el taller con el fin de ser analizados en la parte final de la práctica.

Retroalimentación: Antes de iniciar con las actividades propias del taller, el docente inicia la clase haciendo una charla con los estudiantes, con el fin de recordar los aspectos más relevantes de la sesión anterior, resaltando las conclusiones, las cuales tienen que ver básicamente con la evidencia del funcionamiento de las variables voltaje y corriente en un circuito configurado en serie, aunque en ese mismo taller también se hizo un ejercicio variando la resistencia de un circuito con un solo bombillo. Durante la discusión la mayoría de los estudiantes participa de manera activa, respondiendo a preguntas referentes a la práctica ya realizada. Los resultados relevantes durante esa práctica fueron respecto a la comprensión del funcionamiento de las dos primeras variables nombradas (voltaje y corriente).

Descripción del paso 1: Este taller se inicia construyendo un circuito sencillo para que los estudiantes recuerden lo trabajado en la sesión anterior y se familiaricen nuevamente con los objetos y elementos que el simulador ofrece, dicho circuito (Figura 4-10) está compuesto por una fuente de voltaje, un interruptor, un bombillo y cables. En este primer paso se recuerda a los estudiantes el uso adecuado de los instrumentos de medida y como conectarlos a los elementos para obtener la medición.

Figura 4-10: Circuito simulado con un bombillo. Taller 3.



Resultados esperados: Después de este primer paso se espera que los estudiantes construyan los circuitos en un tiempo mucho menor al de la clase anterior y no presenten

inconvenientes a la hora de conectar los instrumentos de medida, además de hacer una correcta lectura de los datos presentados en los instrumentos.

Observación del Investigador: Como se estimaba al iniciar este taller, la mayoría de los estudiantes (más del 80%) arma los circuitos en un tiempo mucho menor al de la clase anterior. En algunos casos fue necesario explicar nuevamente la forma correcta de utilizar los instrumentos, pero en general la toma de datos en este primer ejercicio fue rápida.

c) Describa lo sucedido al cerrar el interruptor, en el siguiente espacio:

Se espera que las respuestas generadas en este ítem sean más elaboradas con respecto a la sesión anterior, teniendo en cuenta que ya se hizo una retroalimentación previa. Entre las respuestas más frecuentes y/o relevantes se encuentran:

- “El bombillo se enciende y la corriente corre por él”.
- “Cuando cerramos el interruptor el bombillo prendió”.
- “Inicia a pasar corriente por el circuito”.
- “Luz y energía por medio de la pila”.
- “Se empezó a esparcir la fuente de energía cuando se cerró el interruptor”.
- “Que la corriente iba viajando por el cable y pasaba por el bombillo”.

Hay otra respuesta que no es acertada para explicar el fenómeno:

- “El bombillo generó electricidad”.

d) Recordando lo hecho en la sesión pasada, use el voltímetro y realice la medición de voltaje en la fuente y en los bombillos conectados, igualmente mida corriente usando el amperímetro. Consigne los valores indicados en el siguiente cuadro:

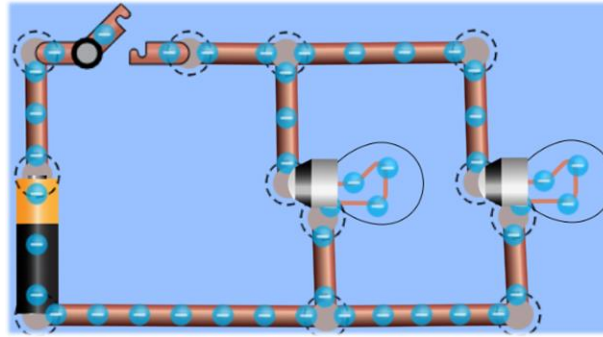
VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:			
Bombillo 1:		Bombillo 1:	

Se espera que en este ejercicio los estudiantes puedan hacer la toma de mediciones y disminuya la cantidad de mediciones erróneas con respecto a las tomadas en la clase anterior. Se encuentra que el margen de mediciones erróneas se redujo a la mitad, dejando un total de 5 grupos de estudiantes con errores en sus mediciones, la otra parte (24 grupos) consignaron de manera correcta los datos en las guías de trabajo.

Descripción del paso 2: En este paso, al igual que el primero los estudiantes deben replicar un circuito con ayuda del simulador de circuitos PhET, el circuito que los

estudiantes deben construir en el simulador (Figura 4-11) consta de una fuente de voltaje, un interruptor, dos bombillos y cables, es decir, tiene un bombillo más que el montaje anterior.

Figura 4-11: Circuito simulado con dos bombillos. Taller 3.



Resultados esperados: En este nuevo circuito se espera que los estudiantes ensamblen el montaje y hagan las mediciones de forma rápida y correcta, también se espera que hagan comparaciones entre los nuevos valores medidos y los valores obtenidos en el circuito 1 (Figura 4-10), con el fin de notar diferencias entre las variables de los dos circuitos implementados hasta el momento.

Observación del Investigador: En efecto el ritmo de la actividad es bastante rápido, los estudiantes arman los circuitos y toman las mediciones de forma correcta, en algunos casos, evidencian que el voltaje medido en la fuente de energía se mantiene igual, aunque surgen dudas sobre la corriente, para lo cual se sugiere medir la corriente que entra y sale inmediatamente de la fuente de voltaje y la comparen con los otros valores tomados.

- c) *Recordando lo hecho en la sesión pasada, use el voltímetro y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente mida corriente usando el amperímetro. Consigne los valores indicados en el siguiente cuadro:*

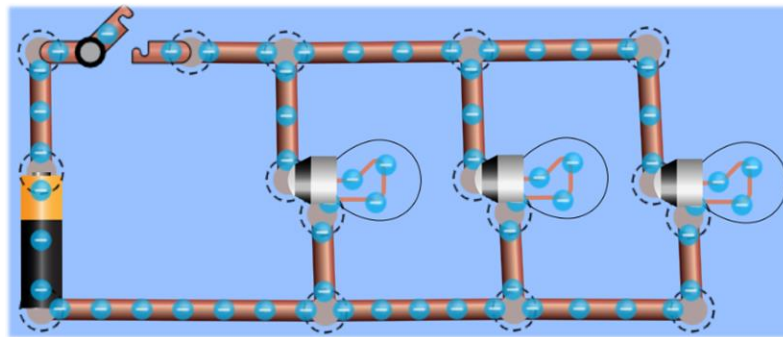
VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:			
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	

En este punto se mantiene la misma cantidad de grupos (5) con errores en las mediciones. Revisando, tres de ellos solo tienen error en la medición de la fuente de voltaje, los otros dos son grupos conformados por algunos estudiantes que presentan bajo rendimiento académico e indisciplina de manera reiterada, se observa que diligencian la guía con datos inconsistentes. No obstante, el resto de grupos (24) hace una correcta medición del voltaje

y la corriente en el circuito, lo cual indica que al menos virtualmente la mayoría de ellos sabe tomar mediciones en un circuito eléctrico.

Descripción del paso 3: En este paso los estudiantes deben construir nuevamente un circuito configurado en paralelo con ayuda del simulador PhET (Figura 4-12), el circuito consta de una fuente de voltaje, un interruptor, tres bombillos (uno más que el circuito anterior) y cables.

Figura 4-12: Circuito simulado con tres bombillos. Taller 3.



Resultados esperados: Para este circuito se espera que los estudiantes logren hacer un análisis de los valores medidos y lo comparen, no solo con los dos circuitos anteriores a este, sino que logren recordar los resultados de la sesión anterior para hacer una comparación sobre las variables que se están midiendo. Además, que lo puedan armar rápidamente teniendo en cuenta la experiencia ganada en la sesión anterior y lo que va de esta, también se espera que hagan el ejercicio en el menor tiempo posible sin presentar inconvenientes en la conexión y sus respectivas mediciones.

Observación del Investigador: Se observa que los estudiantes continúan con la tendencia de armar los circuitos bastante rápido, incluso la mayoría (más del 50%) les toma menos tiempo del estimado inicialmente para armarlos y tomar las mediciones, lo cual indica que tienen más seguridad a la hora de realizarlas. Algunos solo consignan los valores, otros analizan y preguntan si el procedimiento está bien hecho, además algunos siguen con las preguntas referentes al valor de la corriente, a lo cual se hace la misma indicación que se les dio en el paso 2, es decir, medir la corriente que llega y sale de la fuente de energía y compararla con los otros valores de corriente medidos.

- c) *Recordando lo hecho en la sesión pasada, use el voltímetro y realice la medición de voltaje en la fuente y en los bombillos conectados, igualmente mida corriente usando el amperímetro. Consigne los valores indicados en el siguiente cuadro:*

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:			
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:	

En este ejercicio se reduce en uno el número de grupos con mediciones erróneas, ahora son 4, sin embargo, siguen los mismos errores comentados en el paso 2, hay dos grupos con error en la medición de la fuente de voltaje y 2 que no diligencian la guía adecuadamente. Se confirma hasta el momento que los demás grupos (25) ya tienen la habilidad de hacer las mediciones y consignarlas adecuadamente en la guía.

Descripción del paso 4: En este momento de la clase se abre el espacio para un conversatorio grupal y así socializar la experiencia que cada uno de los grupos ha tenido hasta el momento. Adicionalmente el docente hace una demostración de medición de la corriente utilizando el simulador, también se aprovecha el espacio de discusión dentro de la clase para hacer una pausa activa en el trabajo, de este modo aclarar dudas y llegar a un consenso general acerca del comportamiento de las variables voltaje y corriente en este tipo de configuración de circuito.

Resultados esperados: Se espera que los estudiantes entiendan el funcionamiento de la actual configuración, recuerden el comportamiento de la configuración trabajada en la sesión anterior (circuito serie) y puedan hacer una comparación entre estos dos tipos de configuraciones, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las mediciones para el voltaje y la corriente.

Observación del investigador: En esta sesión se ve la necesidad de hacer una demostración general de medición de la corriente debido a los resultados de la sesión anterior. Aunque la mayoría de los grupos está haciendo las mediciones de forma correcta, se evidencia que no están tomando en cuenta la corriente total del circuito, la cual se puede obtener midiendo por separado uno de los dos cables conectados a la fuente de voltaje, el propósito es que los estudiantes puedan observar la demostración realizada en una simulación de la plataforma PhET proyectada con el *videobeam*, la relación que hay entre la corriente total del circuito y la corriente medida en cada uno de los componentes. Después de hacer la demostración algunos estudiantes inician la discusión afirmando que la corriente en este caso cambia, algunos estudiantes comentan que se divide según el número componentes del circuito. Aunque la mayoría no hace un análisis cuantitativo de

acuerdo al aspecto numérico de las simulaciones, sí se observa en varios casos que tienen la capacidad de describir el fenómeno de forma cualitativa.

Después de la discusión y la demostración se presenta en la guía de trabajo algunas preguntas sobre el trabajo realizado. A continuación, se muestran las respuestas más frecuentes y/o relevantes emitidas por los estudiantes.

a) ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el amperímetro (instrumento para medir corriente) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- “La corriente se divide”.
- “Distribuye la corriente en los demás bombillos”.
- “Se reparte por los bombillos que hay”.

También se pueden ver a pesar de la demostración, algunas respuestas erróneas.

- “La corriente nunca cambia, es igual”.

b) ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el voltímetro (instrumento para medir voltaje) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- “No hay diferencia”.
- “La respuesta del voltímetro en los bombillos no cambia”.
- “No porque el voltímetro nunca cambia, la energía nunca cambia”.
- “No pasa nada, sigue dando el mismo voltaje, aunque le siga poniendo bombillos va a dar el mismo voltaje”.
- “No porque la fuente (pila) no cambia el voltaje”.
- “No porque siempre será el mismo voltaje de la batería”.
- “Va a iluminar más luz”.
- “No porque si agregamos un nuevo bombillo da lo mismo”.
- “Si la batería tiene 12v se medirá igual con la batería y el bombillo en forma paralela”.
- “No porque en todas medirá igual con 3 o 45 bombillos”.

c) Recuerda el comportamiento que tenía el voltaje en los circuitos de la clase anterior ¿cree que existe alguna similitud con respecto al tipo de circuito trabajado durante esta? Explique su respuesta.

- “El voltaje era diferente”.
- “No hay ninguna similitud, el voltaje es diferente en un circuito paralelo y uno serie”.
- “Va más rápido la corriente en el anterior”.
- “Si porque el voltaje es igual al de la batería”.
- “No porque es diferente el voltaje y la corriente”.
- “El voltaje es más rápido y los bombillos alumbran mucho más”.

Descripción del paso 5: En este paso los estudiantes deben diligenciar un cuadro comparativo entre el circuito serie y paralelo (Tabla 4-1), teniendo en cuenta el funcionamiento de las variables voltaje y corriente. Después de la discusión se recuerda a los estudiantes como es el comportamiento de dichas variables en cada una de las configuraciones, aspectos que se deben diligenciar en el cuadro comparativo que se presenta en la guía.

Resultados esperados: Teniendo en cuenta la experiencia adquirida en las dos sesiones que se han dedicado a hacer conexiones de circuitos en diferentes configuraciones (serie y paralelo), se espera que ahora los estudiantes tengan la capacidad de hacer una comparación al menos de forma cualitativa, mencionando los aspectos generales de funcionamiento de cada una de las variables dependiendo del tipo de configuración.

Observación del investigador: En términos generales y a pesar de que tan solo han pasado 7 días desde la última sesión, se identifica que la mayoría de los estudiantes tiene confusiones en al menos una de las casillas del cuadro que deben diligenciar. Los aspectos que muestra la configuración trabajada en esta sesión son más claros, sin embargo, hay una confusión que se ve con más frecuencia respecto a la corriente, a pesar de que se hizo un conversatorio grupal y se destacaron los aspectos de ambas variables. No obstante, en el ítem **b)** se puede ver que varios estudiantes vuelven a recalcar correctamente, de forma cualitativa, algunas de las características de funcionamiento del circuito trabajado en la sesión anterior (serie). Tal vez esto es posible debido a que tienen la opción de ver los dos circuitos funcionando al mismo tiempo.

a) Complete el siguiente cuadro:

En cada una de las casillas se presentan las respuestas más frecuentes y/o relevantes.

Tabla 4-1: Cuadro comparativo. Paso 5-a.

VARIABLE ELÉCTRICA	CIRCUITO SERIE	CIRCUITO PARALELO
VOLTAJE	<ul style="list-style-type: none"> • “pues el voltaje se reparte”. • “Es el de la fuente y se reparte en 3”. • “El voltaje se divide”. • “Cambia el voltaje de la pila”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Es el de la fuente y no se divide”. • “Se mide con el voltímetro y para todos es el mismo de la batería”. • “No cambia y da más luz”.
CORRIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • “la corriente sigue igual”. • “Da lo mismo”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Cambia la corriente”. • “También da lo mismo”.

	• “También se divide”.	• “No cambia es la misma”.
--	------------------------	----------------------------

Nota: La mayoría de los estudiantes tiene inconvenientes al diligenciar este cuadro, pese a que se explicó la forma adecuada de hacerlo. Aunque la mayoría de guías tienen el cuadro diligenciado, un gran porcentaje (más del 40%) no contiene la información solicitada, sino que se dan datos numéricos o respuestas que no dejan un argumento concreto para tener en cuenta (Figura 4-13).

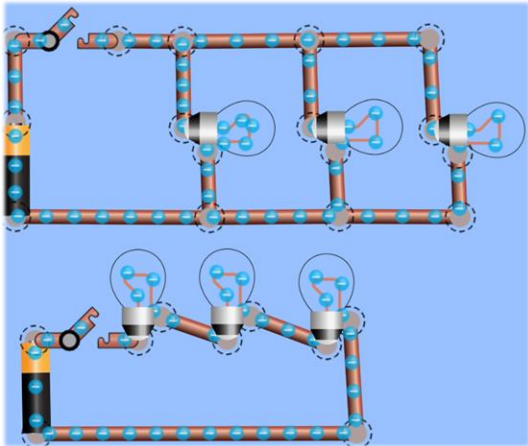
Figura 4-13: Cuadros diligenciados de manera errónea.

VARIABLE ELÉCTRICA	CONFIGURACIÓN EN CIRCUITO SERIE (Taller desarrollado en la sesión anterior)	CONFIGURACIÓN EN CIRCUITO PARALELO
Describe con sus propias palabras como se comporta el voltaje en cada una de las configuraciones.	9.00 V	9.00 V
Describe con sus propias palabras como se comporta la corriente en cada una de las configuraciones.	2.70 A	0.30 A

VARIABLE ELÉCTRICA	CONFIGURACIÓN EN CIRCUITO SERIE (Taller desarrollado en la sesión anterior)	CONFIGURACIÓN EN CIRCUITO PARALELO
Describe con sus propias palabras como se comporta el voltaje en cada una de las configuraciones.	35.000v	voltage
Describe con sus propias palabras como se comporta la corriente en cada una de las configuraciones.	12.000v	voltage

b) *Ahora construya otro un circuito serie con tres bombillos debajo del circuito actual (Figura 4-14) y observe lo que sucede.*

Figura 4-14: Circuitos simultáneos en el simulador. Paso 5-b.



Después de hacer las conexiones se plantean algunas preguntas que se relacionan a continuación con las respuestas más frecuentes y/o relevantes.

- *¿Qué características de funcionamiento se pueden evidenciar en cada uno de los circuitos?*
 - “Que en el circuito serie hay más luz”.
 - “Que la serie va muy lenta y el paralelo va más rápido”.
 - “P- se presenta porque tiene más voltios, S- tiene los mismos voltios, pero más lentitud”.
- *¿Por qué razón cree que se presenta el fenómeno anterior? Explique su respuesta:*
 - “Por la ubicación de los circuitos”.
 - “Porque la luz aumenta o baja según su posición”.
 - “P- se presenta porque tiene más voltios, S- tiene los mismos voltios, pero más lentitud”.
- *Imagine que usted va a hacer una maqueta en la cual se diseña las conexiones para una casa en donde hay tres habitaciones, una sala, una cocina y un baño. ¿Qué tipo de conexión entre los diferentes bombillos de cada habitación usaría para hacer la instalación (serie o paralelo)? Explique su respuesta:*
 - “Paralelo ya que da más luz”.
 - “Pondría uno paralelo para que tuvieran mucha luz y tengan la misma luz”.
 - “En las 3 habitaciones usaría el paralelo, en la cocina y sala, pero la serie lo utilizaría para el baño”.

Comentarios finales: Al finalizar esta práctica y leer los resultados consignados en la guía se observa que los estudiantes ya tienen la habilidad de hacer las conexiones que se asignan, tienen la capacidad de utilizar los instrumentos de medida para la toma de magnitudes, al menos de forma virtual con ayuda del simulador, notan que una de las dos configuraciones es más eficiente que la otra al momento de hacer una conexión en una situación cotidiana. La mayoría (más del 80%) también reconoce las características de voltaje y corriente en un circuito paralelo y, ese mismo porcentaje de estudiantes puede establecer las diferencias de voltaje entre los dos tipos de configuraciones trabajadas hasta el momento, pero la mayoría también presenta confusiones al comparar el comportamiento de la corriente entre las dos configuraciones. Otro aspecto relevante a mencionar es que a este momento los estudiantes pueden diferenciar que la energía eléctrica tiene consigo dos variables que hacen posible su generación y no se reduce únicamente al concepto de energía.

4.4 Sesión 4: Problemas de conexión (Anexo 4)

Objetivo: Identificar las características de conexión y el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) de circuitos configurados en serie y paralelo por medio de la solución de problemas de conexión con bombillos e interruptores los cuales deben diseñar, simular y posteriormente implementar en físico.

Metodología: En esta clase se inicia con una retroalimentación referente a las prácticas realizadas en las sesiones anteriores, posteriormente se explica a los estudiantes las actividades a realizar en esta sesión. Se presentan tres problemas de conexión de circuitos los cuales deben ser discutidos con la pareja de trabajo y proponer una solución en conjunto, la solución consensuada debe ser dibujada en la hoja en forma de esquema antes de iniciar la prueba en el simulador. Después el grupo debe probar si su solución sirve, de no ser así, tiene dos oportunidades más para concertar una solución eficiente, si al tercer intento no encuentra una solución, el grupo debe pedir ayuda al docente. Por último, los estudiantes deben hacer la implementación de los circuitos 1 y 2, tomar mediciones de las variables y hacer un análisis de los datos obtenidos.

Retroalimentación: Esta clase se inicia haciendo un conversatorio con los estudiantes acerca de los resultados de la clase anterior, se les pregunta si las prácticas que han realizado son de su agrado, a lo que la mayoría responde que las prácticas han sido interesantes, que se han sentido motivados y que quieren seguir desarrollándolas. Posteriormente se les pregunta acerca de las características de funcionamiento, para ello el docente dibuja los diagramas esquemáticos de un circuito serie y un circuito paralelo en el tablero utilizando la simbología convencional para componentes electrónicos. Después de hacer el esquema se comienza a preguntar a los estudiantes y señalando con los marcadores (uno rojo y otro negro) como si fueran las puntas de un multímetro, si el voltaje del circuito cambiaba tanto en serie como en paralelo. La mayoría reconoció rápidamente las diferencias entre ambos, de igual forma se hizo con la corriente, en el momento se evidencia que entienden las diferencias, con un poco más de dificultad para la corriente. Sin embargo, hay menos confusión en esta sesión que en la anterior, ya que las respuestas de la sesión anterior con respecto al comportamiento de la corriente eran más confusas y que al menos en este conversatorio la mayoría entiende el funcionamiento de estas dos variables (voltaje - corriente).

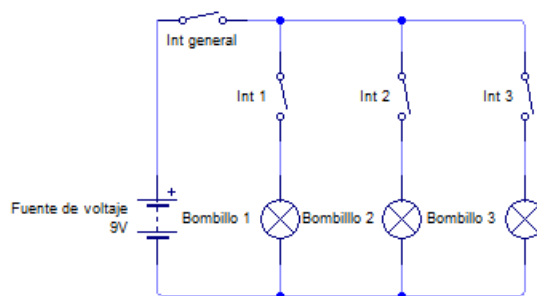
Descripción del paso 1: En este paso se plantean los tres problemas de conexión de circuitos eléctricos. Los estudiantes deben aplicar el aprendizaje generado en las tres sesiones anteriores y con la experiencia adquirida puedan manipular el software de simulación con facilidad y aplicar lo que conocen del funcionamiento de las variables (voltaje y corriente) en los problemas propuestos.

a) Piense en los siguientes problemas de conexión de circuitos:

1. Se tienen 3 bombillos, 4 interruptores, una fuente de voltaje y cables, y se debe hacer la conexión de un circuito configurado en paralelo, en el cual se pueda activar y desactivar cada uno de los bombillos por separado, es decir, que cada bombillo tenga su interruptor. Además, debe haber un interruptor que sirva para activar o desactivar todos los bombillos ¿Cómo haría la conexión?

Para este problema de conexión se espera que el circuito que soluciona el problema de conexión sea como el esquema mostrado en la Figura 4-15.

Figura 4-15: Diagrama esquemático esperado. Conexión 1.



Observación del investigador para la conexión 1: Al inicio de esta sesión, se observa que los estudiantes tratan de hacer las conexiones y proponer esquemas que den solución al problema, pero no demuestran la misma seguridad que cuando manipulan directamente la plataforma de simulación. En un primer momento tratan de proponer el esquema y luego hacen el montaje en el simulador, pero la mayoría una vez están probando en el software se quedan allí, haciendo lo que se denomina ensayo y error, no vuelven a la hoja para construir el diagrama, y aunque se les hace el comentario sobre seguir las indicaciones, algunos hacen caso omiso. Es difícil controlar esta situación debido al volumen de estudiantes que hay en el salón.

Otro aspecto que se logra observar es que, al tratar de construir el circuito de forma esquemática, la mayoría trata de usar simbología que representa los elementos del circuito. Es un aspecto positivo ya que, aunque no se había explicado con detalle la forma

adecuada de construir un esquema, tratan de replicar la información mostrada intencionalmente en la retroalimentación cuando se hizo el diagrama esquemático de los tipos de configuraciones trabajados en las sesiones anteriores.

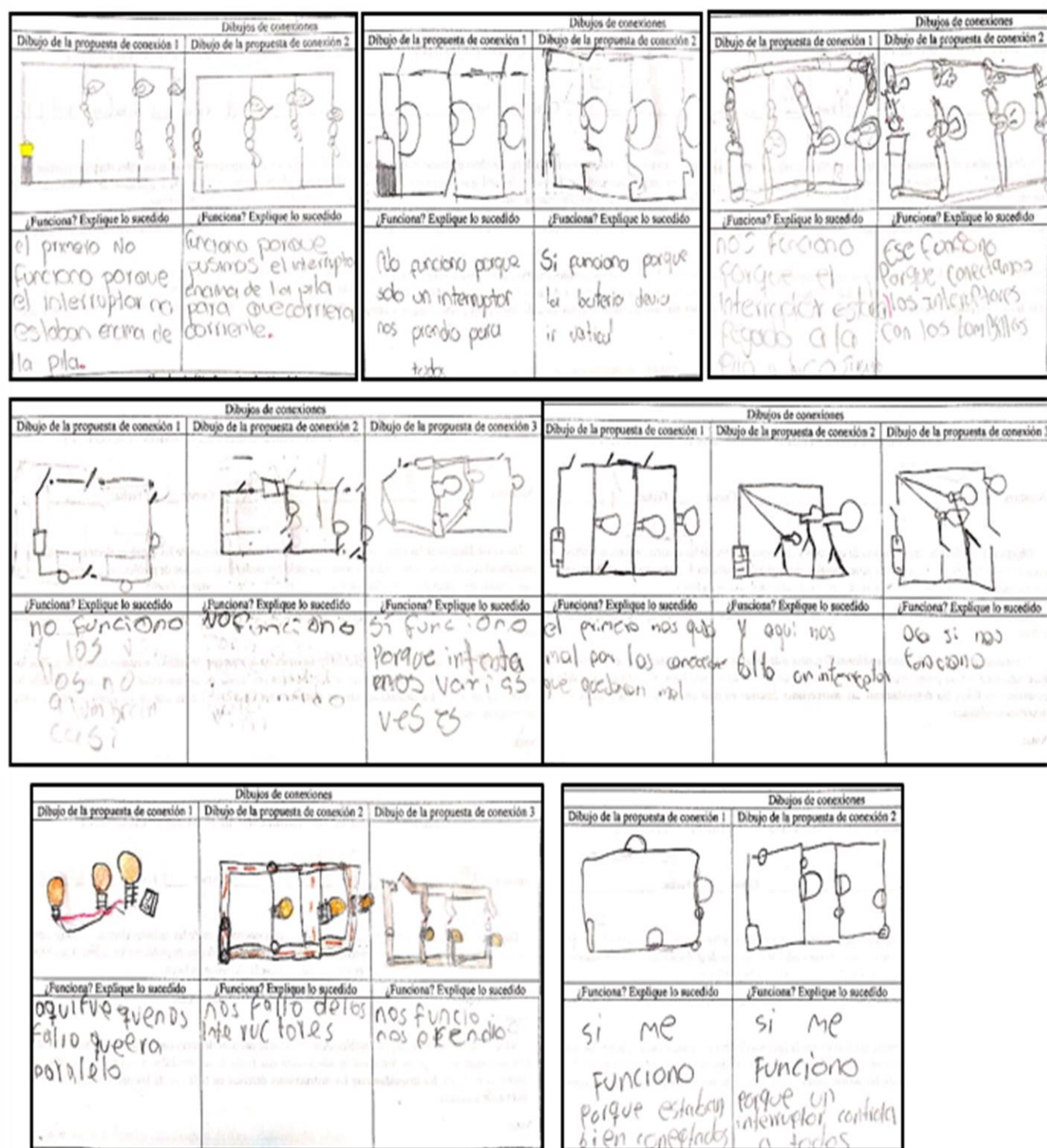
En este primer circuito, 25 de los 29 grupos de trabajo lograron hacer la conexión de manera correcta. Sin embargo, se observó que les toma mucho más tiempo del estimado.

Algunas de las explicaciones más relevantes después de lograr la solución esperada son:

- “El segundo sirvió porque el interruptor que nos faltaba lo pusimos junto a la batería”.
- “Sirvió porque todos funcionan en paralelo”.
- “Si era en paralelo, no hizo corto circuito”.
- “Funciono porque pusimos el interruptor encima de la pila para que corriera la corriente”.
- “Si funciono, cuando se apaga un bombillo, funcionan los otros”.

Algunos de los diagramas esquemáticos contruidos por los estudiantes se muestran en la Figura 4-16.

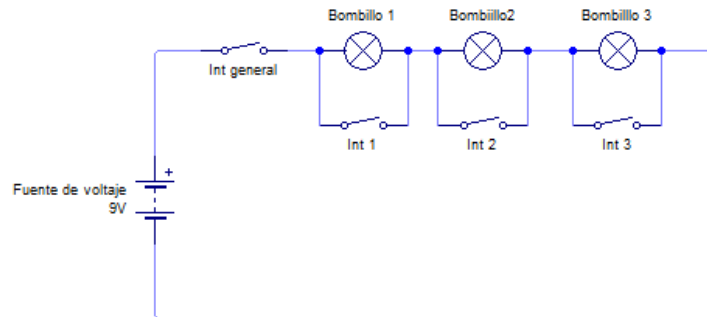
Figura 4-16: Esquemas dibujados por los estudiantes. Paso1-1.



2. Se tienen 3 bombillos, 4 interruptores, una fuente de voltaje y cables, se debe hacer la conexión de un circuito configurado en serie, en el cual se pueda activar y desactivar cada uno de los bombillos por separado, es decir, que cada bombillo tenga su interruptor. Además, debe haber un interruptor que sirva para activar o desactivar todos los bombillos ¿Cómo haría la conexión?

Para este problema de conexión se espera que el circuito que soluciona el problema sea similar al mostrado en el esquema de la Figura 4-17.

Figura 4-17: Diagrama esquemático esperado. Conexión 2.



Nota: Se entiende que para este circuito se puede generar un corto en caso de que todos los interruptores estén cerrados, pero como estamos utilizando únicamente componentes básicos que suministra el simulador, se espera que los estudiantes piensen de manera inmediata en una conexión como esta. En la retroalimentación se explica lo que sucede en este caso, aunque los estudiantes que lograron la conexión lo notaron durante la práctica.

Observación del investigador para la conexión 2: Para este momento de la clase se observa que los estudiantes han gastado mucho más tiempo del estimado en hacer las conexiones, en este punto surgen muchas preguntas sobre cómo hacer las conexiones y vuelve a predominar el ensayo y error. La mayoría hace el esquema en un primer momento, pero luego se dedican a probar conexiones, durante este tiempo se responde a los estudiantes con preguntas orientadoras como:

- Gráficamente ¿cómo funciona la corriente en el circuito? ¿cómo haría para desviarla y que un bombillo en específico no funcione? ¿cuáles y cuantos elementos se pidieron para este montaje?

Después de presentar estas preguntas, algunos estudiantes comenzaron a discutir con su pareja de trabajo para tratar de encontrar la solución, algunos la encontraron. Sin embargo, se redujo la cantidad de grupos que pudieron solucionar el circuito en comparación con el anterior, además consumió drásticamente el tiempo de la clase.

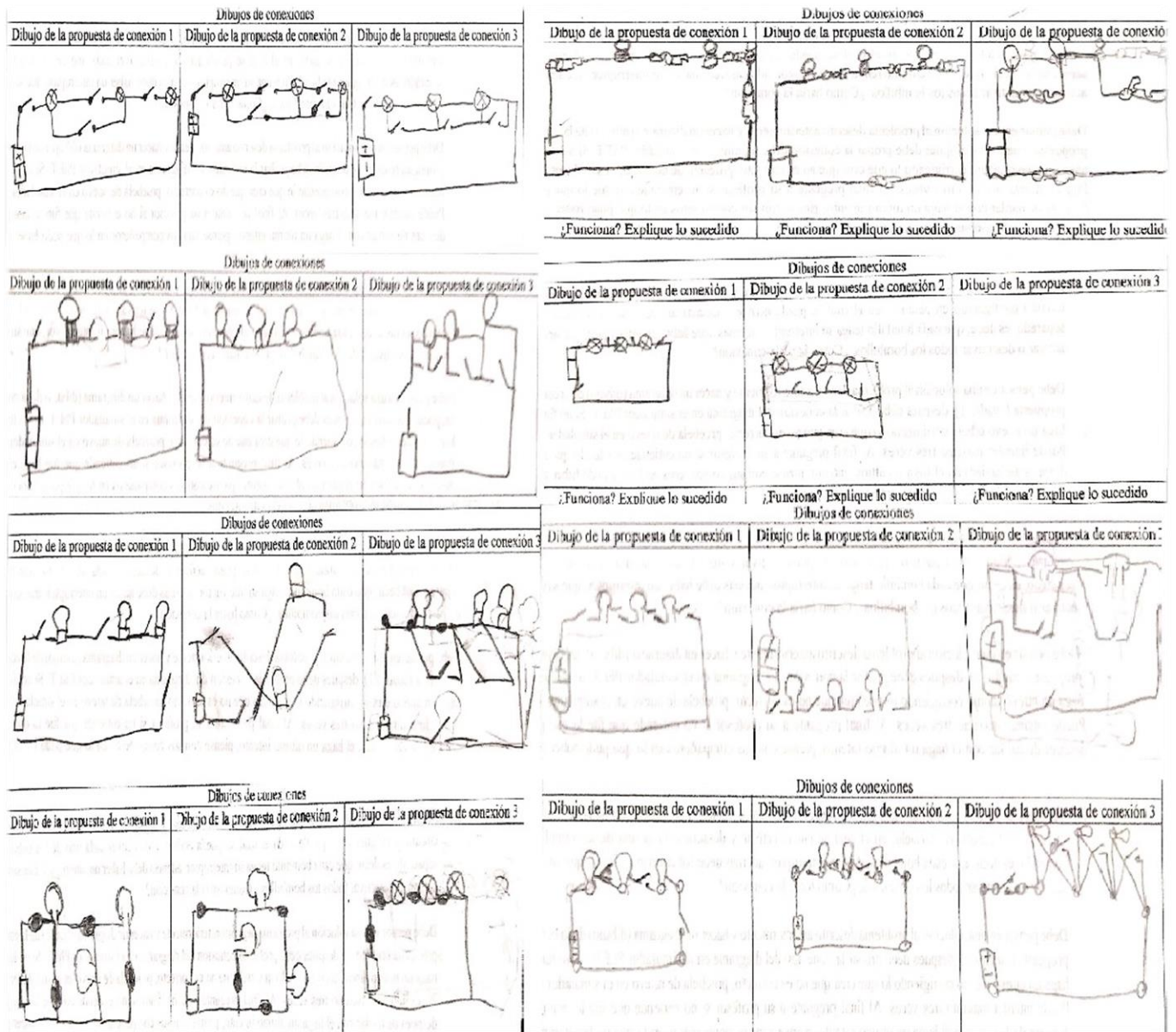
En este punto solo 8 grupos logran solucionar el problema, 8 hacen una conexión en donde solo se cumplen algunas de las condiciones (había un interruptor que apagaba dos bombillos simultáneamente), los otros grupos no logran generar una solución al problema, la mayoría de ellos se quedó probando conexiones en el simulador.

En cuanto a las explicaciones generadas se observa que en este punto es difícil para los estudiantes argumentar lo que sucede, la mayoría no contesta. A continuación, se muestran algunas de las respuestas encontradas.

- “No funcionó ya que prenden varios bombillos al tiempo”.
- “Funcionó, la corriente tomaba caminos rotos al encender y apagar el interruptor”.
- “Funcionó ya que si desconectamos un bombillo no funciona”.
- “Nos funcionó porque al poner los interruptores, si se cerraban pasaba la electricidad por ellos”.

Algunos de los diagramas esquemáticos contruidos por los estudiantes se muestran en la Figura 4-18.

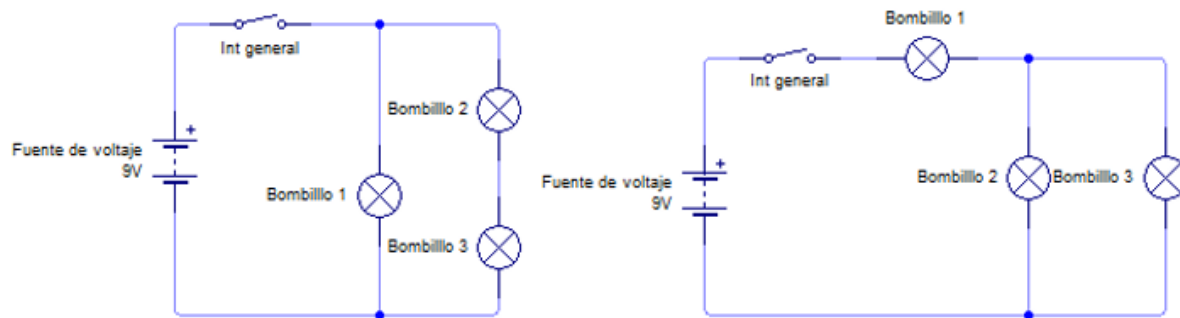
Figura 4-18: Esquemas dibujados por los estudiantes. Paso1-2.



3. Se tienen 3 bombillos, 1 interruptor, una fuente de voltaje y cables, se debe hacer la conexión de un circuito en el cual se hayan 1 bombillo que tenga mayor intensidad de luz que los otros dos y se pueda activar y desactivar todo el circuito con un solo interruptor ¿Cómo haría la conexión?

Para este problema de conexión se espera que el circuito que soluciona el problema sea similar a uno de los mostrados en los esquemas de la Figura 4-19.

Figura 4-19: Diagrama esquemático esperado. Conexión 3.



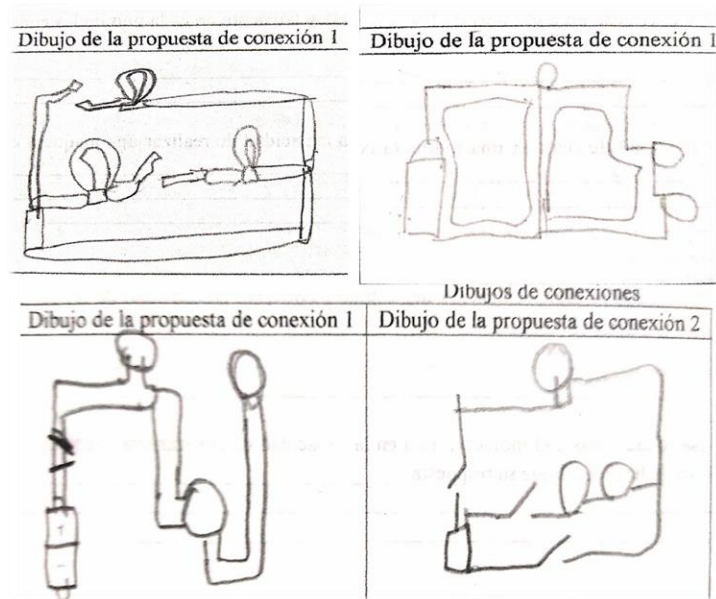
Nota: Debido al tiempo empleado por los estudiantes para hacer las pruebas de las 2 primeras conexiones, la mayoría no alcanza a solucionar este punto, aunque empiezan a trabajar en él, tan solo 4 grupos logran encontrar una solución.

Observación del investigador para la conexión 3: Los estudiantes que logran la conexión, son estudiantes que se han destacado por su compromiso en la asignatura, no quiere decir que los demás no lo hagan, solo que los que presentan la solución se esfuerzan un poco más y han demostrado que poseen una mejor habilidad de análisis.

Durante el desarrollo de esta conexión los estudiantes preguntan acerca de cómo hacer la conexión, la indicación que se les brinda es guiada con preguntas orientadoras. A partir de ello, recuerdan cómo funcionan las configuraciones anteriores, algunos mencionan que se deben mezclar las conexiones para lograr la solución. Sin embargo, en ese momento comienza de nuevo el ensayo y error, aunque los que solucionan el problema no tardan mucho, no hacen la explicación de cómo llegaron a la conexión solución.

Algunos de los diagramas esquemáticos construidos por los estudiantes se muestran en la Figura 4-20.

Figura 4-20: Esquemas dibujados por los estudiantes. Paso1-3.



Paso 2 y 3: En estos pasos se propone hacer la conexión real de los problemas 1 y 2 del paso 1, para posteriormente tomar mediciones y hacer un análisis de los resultados.

Nota: Este paso no es posible hacerlo debido a que los estudiantes necesitaron todo el tiempo de la clase para encontrar las soluciones a los problemas de conexión del paso 1, por ello es necesario hacer un reajuste en la planeación de la siguiente sesión para incluir las conexiones reales.

Comentarios finales: En esta sesión se hace de nuevo una retroalimentación, la cual hasta el momento deja ver que la mayoría de los estudiantes tienen claridad en cuanto a las diferencias que existen entre los dos tipos de configuraciones. Durante el conversatorio la mayoría de los estudiantes están muy activos y manifiestan entender cómo funcionan los circuitos en las configuraciones trabajadas, al menos de forma cualitativa. A pesar de que los resultados de la guía aplicada en la sesión anterior mostraban que había confusión, sobre todo en las diferencias en el comportamiento de la corriente.

Otro aspecto relevante en la práctica es que los estudiantes tratan de construir los diagramas de las conexiones usando la simbología electrónica, la cual no se explica a fondo en la clase, sino que, el ejemplo dibujado en la retroalimentación sirve para que la mayoría trate de replicarlos y construir sus esquemas. En la parte práctica se observa que la mayoría de los estudiantes realmente tiene entusiasmo por proponer conexiones y

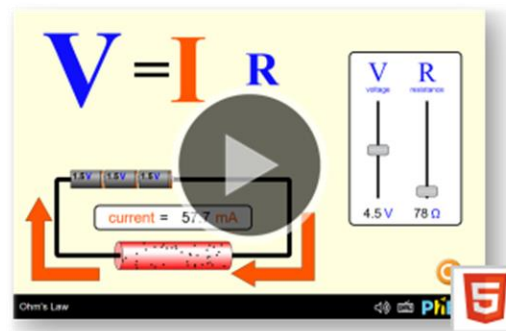
encontrar la solución a los problemas planteados, a pesar de que la mayoría no sigue las recomendaciones al pie de la letra. Se ve durante toda la clase que prueban conexiones para lograr la solución como si estuvieran compitiendo entre ellos por ser los primeros en lograrla. El primer problema es el que menos toma tiempo de solución por parte de los estudiantes, pero a partir de la segunda conexión hay dudas al momento de conectar los interruptores y lograr desactivar los bombillos de manera independiente. Al finalizar, la mayoría llega al último problema, pero solo cuatro grupos logran una solución funcional, algunos de los estudiantes que encuentra la solución, mencionan que se deben mezclar los tipos de configuraciones trabajadas en las sesiones anteriores.

4.5 Sesión 5: Elementos matemáticos (Anexo 5)

Objetivo: Identificar la relación matemática existente entre las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) en circuitos eléctricos por medio de la modificación de dichas variables en una simulación por computador.

Metodología: En esta clase se pretende hacer una retroalimentación de los problemas de conexión propuestos en la clase anterior, los cuales algunos estudiantes no alcanzaron a realizar en su totalidad por falta de tiempo. La primera actividad se realiza proyectando en el tablero las conexiones simuladas, posteriormente se presenta a los estudiantes una nueva aplicación sobre la Ley de Ohm (Figura 4-21) disponible en la plataforma PhET. Una vez terminada la retroalimentación se colocan dos estaciones en la parte delantera del salón para realizar las conexiones reales propuestas en la clase anterior y sus respectivas mediciones, los estudiantes pasan por turnos en intervalos de 20 minutos cada uno, y en grupos de 8 estudiantes, cuatro para cada estación de trabajo. De esta forma el docente puede estar pendiente de orientar a los estudiantes para realizar las conexiones y manipular correctamente los instrumentos de medición al momento de necesitarlos, mientras tanto los demás estudiantes realizan los ejercicios que indica la guía en el paso 4, dichos ejercicios tienen que ver con la simulación de un circuito sencillo y la simulación de la Ley de Ohm mostrada al inicio de la clase.

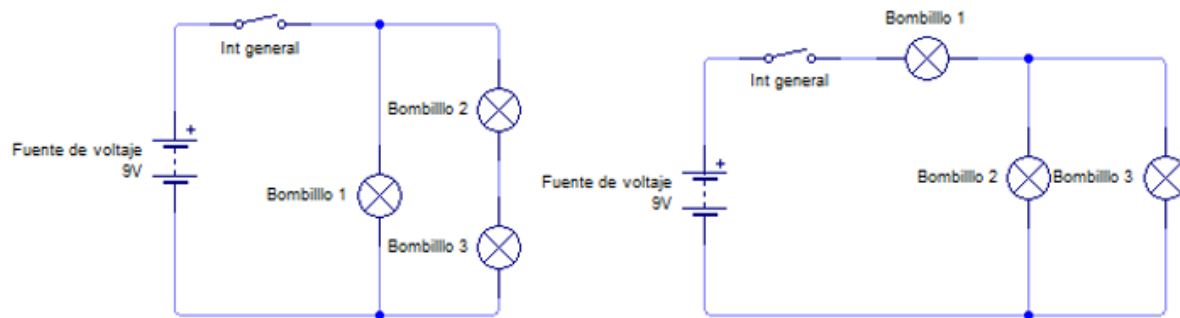
Figura 4-21: Simulador de la Ley de Ohm.



Retroalimentación: Al iniciar la clase se toman unos minutos para presentar las simulaciones que mostraban la solución esperada de los tres problemas de conexión propuestos en la sesión anterior. En la simulación del primer problema no hay mayores comentarios, ya que la mayoría logró encontrar la solución. Para la simulación del segundo problema (Figura 4-17), la cual deben implementar de forma real en esta sesión, se pregunta a los estudiantes por qué no habían logrado hacerlo y algunos manifiestan que no se imaginaron colocar los interruptores en tal configuración, pensaron que todos los componentes debían estar seguidos uno del otro, como si todo tuviera que estar configurado en serie. No obstante, se explica a los estudiantes que esta es una solución particular que corresponde únicamente al problema propuesto teniendo en cuenta los elementos disponibles, ya que si se cierran todos los interruptores puede haber una falla. Se deja un espacio para que los estudiantes piensen qué ocurre si se cierran todos los interruptores. Después, algunos de ellos comentan que la pila explotaría porque la corriente pasaría “derecho” por los cables, en ese momento se explica a los estudiantes que efectivamente se generaría un corto circuito. Para el último problema se pregunta a los estudiantes acerca de las características que debe tener el circuito, las características de los tipos de configuración trabajados hasta el momento y como se pueden implementar para solucionar el problema. La mayoría de estudiantes participa activamente y se arman las dos posibles soluciones para el problema (Figura 4-22).

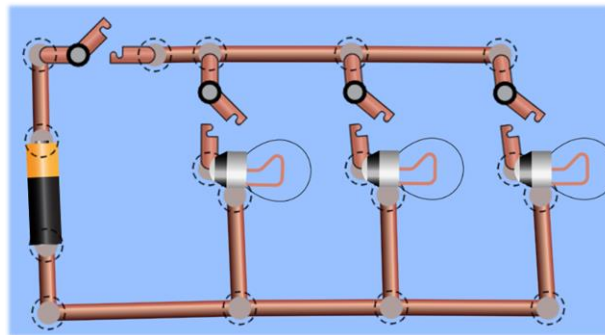
Por último, se hace un comentario para preguntar sobre las características de funcionamiento de las variables voltaje y corriente en cada uno de los tipos de configuración de circuitos que se han trabajado, allí los estudiantes participan activamente y hacen comentarios acertados acerca del papel de la corriente y el voltaje tanto para un circuito configurado en serie como para uno configurado en paralelo.

Figura 4-22: Diagrama esquemático esperado. Conexión 3.



Descripción del paso 1: En este momento se seleccionan los grupos para pasar a realizar la parte experimental que quedó pendiente en la sesión anterior. Por lo tanto, se seleccionan cuatro parejas de trabajo y así conformar dos grupos de estudiantes, un grupo para cada uno de los montajes, los grupos se acercan a las estaciones en donde encuentran los elementos necesarios para hacer las conexiones reales que solucionaban los problemas 1 y 2 en dicha sesión, primero se hace la conexión del problema 1 (Figura 4-23).

Figura 4-23: Conexión circuito 1. Paso 1–a.



Resultados esperados: Para esta conexión se espera que los estudiantes tengan la habilidad de asociar las prácticas de conexión realizadas en la simulación con un montaje real y puedan implementar de manera rápida el circuito, para posteriormente hacer las mediciones y consignarlas en la tabla que señala la guía.

- a) *Identifique cual es la configuración del circuito, posteriormente haga las mediciones de voltaje y corriente de cada uno de los elementos y consigne los valores en la siguiente tabla.*

CIRCUITO 1 (Que tipo de circuito es) _____			
VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente:		Total:	
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:	

En este punto los estudiantes deben diligenciar una tabla tomando los valores de voltaje y corriente total del circuito, además de los valores de las mismas variables en cada uno de los tres bombillos del circuito de la Figura 4-23.

Observación del investigador para la conexión 1: En la implementación de los circuitos, se observa que los estudiantes están mucho más participativos y seguros que cuando se hizo el taller preliminar de la sesión 1, se observa que están interactuando con los elementos y comienzan a hacer las conexiones. Debido a que en el primer grupo que realiza la conexión se tarda más de lo esperado conectando los interruptores, se ve la necesidad de simplificar el montaje y dejarlo solo con el interruptor que controla todo el circuito, para que todos los estudiantes puedan realizar el taller en su totalidad.

No se puede ampliar la aplicación de la secuencia didáctica ya que esta es la última sesión de fundamentación y el calendario escolar solo da tiempo para realizar la sustentación de los proyectos finales.

En esta estación se recuerda a los estudiantes como utilizar el instrumento de medida para el voltaje y se enseña cómo se hace la conexión del instrumento para la medición de corriente, teniendo en cuenta que en el simulador se utiliza un instrumento similar a una pinza amperimétrica, la cual no requería de una conexión, sino que se ubicaba en la sección del conductor que se quería medir. Para el caso del laboratorio real es necesario abrir el circuito y posteriormente utilizar el instrumento de medida para cerrarlo de nuevo, garantizando la conducción de corriente y así hacer su medición.

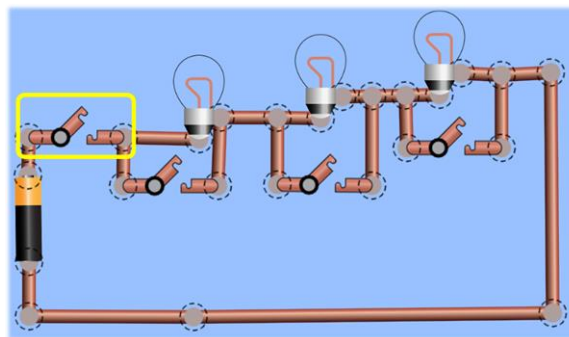
En esta parte se observa que los estudiantes no tienen mayores inconvenientes en tomar las mediciones y consignar en la guía los datos solicitados. Surgen preguntas referentes a los valores arrojados por el instrumento de medida acerca de por qué, por ejemplo, la corriente no es igual en todos los elementos, como sí lo demuestra el simulador, y se explica que, si bien no son exactamente iguales, los valores que muestra el instrumento

tienen una mínima variación entre sí y que eso corresponde a la fabricación de los elementos y las condiciones de longitud de los cables, entre otros factores. Los estudiantes responden afirmando que entienden y mencionan que si existe una mínima variación en los datos recolectados.

Al momento de revisar los datos consignados solo hay un grupo que no hace la medición de datos de corriente, los datos de los demás grupos están bien y coinciden entre sí con los valores de corriente mostrados en el instrumento de medida. En cuanto a los valores de voltaje se observa que también coinciden y son acordes con los valores indicados en el voltímetro, es decir, que los estudiantes comprenden como tomar mediciones en los circuitos reales. Los estudiantes en su paso por la estación manifiestan que el ejercicio es sencillo y que se parece mucho al trabajo en el computador, solo que la corriente se mide diferente, teniendo en cuenta el tipo de instrumento usado.

Descripción del paso 2: Después de haber hecho la primera conexión y tomado las respectivas mediciones, los grupos conformados deben cambiar de estación y hacer la segunda conexión. Al igual que en la primera estación se simplifican los montajes, por ello se suprimen los interruptores que controlan cada bombillo y solo se implementa el interruptor que controla todo el circuito. La conexión que soluciona el problema 2 de la sesión anterior se presenta a continuación (Figura 4-24).

Figura 4-24: Conexión circuito 2. Paso 2 – a.



Nota: A medida que los grupos van terminando sus montajes, se restablece la organización de las estaciones y se llaman otros grupos de trabajo hasta que todos los estudiantes pasen a hacer el ejercicio.

Resultados esperados: Para esta conexión se espera que los estudiantes no requieran de mucha orientación por parte del docente para tomar las mediciones, teniendo en cuenta que ya montaron un primer circuito y tomaron mediciones al igual que en el paso 1. Ellos deben consignar los valores solicitados en la tabla que muestra la guía de trabajo.

- b) *Identifique cuál es la configuración del circuito, posteriormente haga las mediciones de voltaje y corriente de cada uno de los elementos y consigne los valores en la tabla.*

CIRCUITO 2 (Que tipo de circuito es) _____			
VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente:		Total:	
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:	

Observación del investigador para la conexión 2: En esta segunda conexión se observa que los estudiantes arman el circuito con más facilidad que el anterior e inician a tomar las mediciones, en todos los casos se toma primero el voltaje, en el cual tardan poco tiempo puesto que deben colocar las puntas del instrumento encima de los terminales de cada bombillo, es una medición sencilla. Para la medición de la corriente tardan un poco más, pero ya se observa que tienen la habilidad para desconectar el circuito y cerrarlo al conectar el instrumento, por otro lado, se oye mencionar en algunos estudiantes que los valores de corriente si son similares en las diferentes partes del circuito y que hay una pequeña variación en los datos que muestra el instrumento, por ello se les explicó el origen de esta variación que en realidad es muy pequeña.

Al revisar los datos de las tablas se observa que todos los grupos consignaron de forma correcta los valores mostrados por los instrumentos de medida, no se encontró ningún error, además los datos de las diferentes guías coinciden entre sí.

Paso 3 (Análisis): En este momento de la clase se dará espacio para un conversatorio grupal y así contemplar la experiencia de cada uno en la toma de datos, para tener más argumentos a la hora de recolectar información. Después de haber hecho las mediciones en cada una de las conexiones, compare los resultados obtenidos en cada uno de los circuitos, participe activamente y llene el siguiente cuadro.

TIPO DE CONFIGURACIÓN	COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES	
	VOLTAJE	CORRIENTE
SERIE		
PARALELO		

El conversatorio comienza después de que todos los grupos terminan el trabajo de implementación de las conexiones propuestas, se inicia preguntando si los datos tomados coinciden con lo discutido acerca del comportamiento del voltaje y la corriente en las

diferentes configuraciones. Al hacer preguntas a los estudiantes se observa, en la mayoría, que pueden explicar adecuadamente las razones de porque los datos reales varían con respecto a los datos del simulador, retomando la explicación que se había dado inicialmente en las estaciones en donde se expresó que los valores pueden variar debido a que los elementos no son idénticos entre sí, además los elementos utilizados así sean conductores de corriente pueden tener una resistencia interna. También se menciona que dicha resistencia puede variar dependiendo de la calidad y cantidad de materiales usados en su fabricación y aunque es muy pequeña e imperceptible, en la mayoría de los casos sí influye en la toma de mediciones.

Los estudiantes manifiestan que entienden la razón y que, si hay una similitud, por ejemplo, al hacer la medición de la corriente del circuito serie pueden observar que el valor tomado es similar en cada uno de los elementos medidos. Igualmente, un grupo de estudiantes señala su tabla de datos del circuito paralelo y afirma que el voltaje medido en cada uno de los bombillos “no cambió casi nada”. Durante la charla manifiestan que conocen y entienden las diferencias de comportamiento en las variables de acuerdo al tipo de configuración, algunos estudiantes participan de la charla y afirman que el voltaje se mantiene igual en un circuito paralelo y que cuando se mide en uno serie varía. Otros agregan que con la corriente es lo contrario, los valores medidos se mantienen igual en cada uno de los elementos de un circuito serie, y en paralelo varían. Posterior a este conversatorio los estudiantes diligencian el cuadro comparativo y continúan con los puntos faltantes del paso 4 (simulación de un circuito y Ley de Ohm).

Algunas de las respuestas más frecuentes y/o relevantes del cuadro comparativo se relacionan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Características mencionadas por los estudiantes después de armar los circuitos.

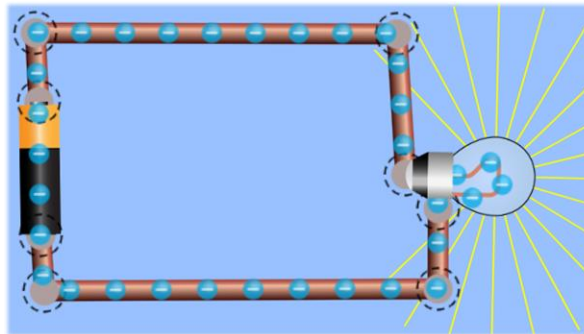
TIPO DE CONFIGURACIÓN	COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES	
	VOLTAJE	CORRIENTE
SERIE	<ul style="list-style-type: none"> • “El voltaje si cambia en los bombillos”. • “Se reparte”. • “Son diferentes”. • “Cambia”. • “Varia”. • “Fue disminuyendo el voltaje”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Bien porque en el circuito todo tiene quedar lo mismo”. • “Todo d igual”. • “Da lo mismo”. • “Queda igual, toda la misma corriente”. • “Son iguales”. • “Sigue igual”. • “Varia, pero es casi igual”.

	<ul style="list-style-type: none"> • “El voltaje se comporta igual en cada bombillo”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Se quedó todo en el mismo número”. • “La corriente se comporta igual en cada bombillo”.
PARALELO	<ul style="list-style-type: none"> • “Varia un poco, pero no cambia mucho”. • “El voltaje sigue igual”. • “Queda igual”. • “Igual”. • “algunas veces aumento y otras disminuyó”. • “El voltaje se comporta de la misma manera”. 	<ul style="list-style-type: none"> • “Se va partiendo en cada uno”. • “La corriente si da diferente”. • “Varia la corriente”. • “Diferente”. • “La corriente fue disminuyendo en todo”. • “La corriente disminuye en cada bombillo”.

Paso 4: Ahora vamos a variar el voltaje, la corriente y la resistencia de un circuito con un solo bombillo para identificar el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje corriente y resistencia). Posteriormente se deben contestar algunas preguntas.

Descripción del paso 4: En este paso los estudiantes hacen un ejercicio similar a uno desarrollado en la práctica preliminar de la sesión 1 (Figura 4-25), en el cual a partir de un circuito sencillo se van a modificar algunos valores de sus variables para encontrar las relaciones que existen entre la corriente y voltaje.

Figura 4-25: Circuito del paso 4. Sesión 5.



Resultados esperados: Al finalizar se espera que los estudiantes entiendan las relaciones entre variables que se presentan en un circuito eléctrico, particularmente entre el voltaje y la corriente. En las cuales existe una relación directamente proporcional y se puede observar de mejor manera cuando se varia el valor de la fuente de voltaje o la resistencia del circuito (bombillo), entendiendo que las dos variables coexisten, si una de las dos aumenta o disminuye la otra también, además si una deja de existir la otra igual. Sumado a ello, se espera que los estudiantes puedan observar y entender que entre la corriente y la resistencia hay una relación inversa.

b) *Conecte los instrumentos de medida (voltímetro y amperímetro) para medir el bombillo, active la opción “values” en el simulador para que pueda apreciar los valores de voltaje y resistencia, ahora haga la siguiente secuencia.*

- *Varíe únicamente el valor de la fuente de voltaje, aumentando o disminuyendo cuantas veces quiera y explique qué pasa con:*

La corriente. Las respuestas más frecuentes y/o relevantes se presentan a continuación:

- “Aumenta”.
- “Disminuye”.
- “Depende de donde se mueva, aumenta o disminuye”.
- “A donde se mueva, puede ir más rápido o lento”.
- “Si subo, la corriente va más rápida, si la disminuyo, va más lenta”.
- “Sube y baja”.

La resistencia (valor del bombillo). Las respuestas más frecuentes y/o relevantes se presentan a continuación:

- “No pasa nada, sigue en 10”.
 - “Vale 10”.
 - “No se mueve”.
 - “La resistencia del bombillo no cambia”.
- *Varíe únicamente el valor de la resistencia (valor del bombillo) aumentando o disminuyendo cuantas veces quiera y explique qué pasa con:*

El voltaje. Las respuestas más frecuentes y/o relevantes se presentan a continuación:

- “No cambia por más que disminuyes la resistencia”.
- “Ni disminuye, ni aumenta”.
- “No cambia nada”.
- “Se queda en sus mismo 9V”.
- “Se queda quieto”.

La corriente. Las respuestas más frecuentes y/o relevantes se presentan a continuación:

- “Aumenta y disminuye”.
- “Si se baja, va muy rápido, si se sube, va muy lento”.
- “Cuando la subo, baja la luz, cuando la bajo, sube la luz”.
- “Si la disminuimos mucho, la corriente es demasiado mayor”.

Después de terminar la práctica se les pide a los estudiantes que completen las siguientes frases.

- *Teniendo en cuenta que, si se aumenta el voltaje, la corriente _____, y si disminuyo el voltaje la corriente _____, se puede afirmar que existe una relación (directa/ inversa) _____ y que si (existe/no existe) _____ una de las variables la otra tampoco.*

- *Teniendo en cuenta que, si se aumenta el valor de la resistencia, la corriente _____, y si disminuyo el valor de la resistencia la corriente _____, se puede afirmar que existe una relación (directa/ inversa) _____ entre ambas variables.*

Para la primera frase, se obtienen respuestas correctas por parte del 60% de los estudiantes, alrededor del 40% de ellos completa correctamente la segunda. Sin duda, la segunda frase genera mayor confusión, en la observación se puede identificar que se genera una confusión en los términos y la relación numérica. Los estudiantes no asocian la palabra “inversa” con la variación de valores que se genera en la medición de la corriente al variar la resistencia.

- c) *Después de haber hecho el análisis de las variables en el circuito de la figura 3, busque y abra la aplicación “Ley de Ohm” en la plataforma PhET (si no la encuentra siga las indicaciones que le dará el docente. Posteriormente haga lo siguiente.*
- d) *Varíe los valores de voltaje (V), corriente (I) y resistencia (R) en la aplicación y observe detalladamente lo que sucede, posteriormente complete las siguientes oraciones:*
 - *Si el voltaje aumenta, la corriente _____, y si el voltaje disminuye la corriente _____.*
 - *Si la resistencia aumenta, la corriente _____, y si la resistencia disminuye la corriente _____.*

Observación del investigador: Al revisar la información entregada por los estudiantes una vez completan la guía, se observa que para la primera pregunta hay un 80% de respuestas correctas, encontrando entre las palabras más comunes: “aumenta”, “sube”, “disminuye” y “baja”, respectivamente. Para la segunda frase se encuentra un porcentaje de respuestas correctas del 70% encontrando entre las respuestas más comunes: “sube”, “aumenta”, “disminuye”, “baja” y “se acaba”.

Las respuestas encontradas en la guía nos indican que, los estudiantes entienden el comportamiento de las variables de una forma clara. A pesar de que esta aplicación muestra elementos y variables ya conocidas por los estudiantes, es la primera vez que la utilizan. Se puede decir que al menos por medio de la ilustración entienden la relación voltaje-corriente y resistencia-corriente.

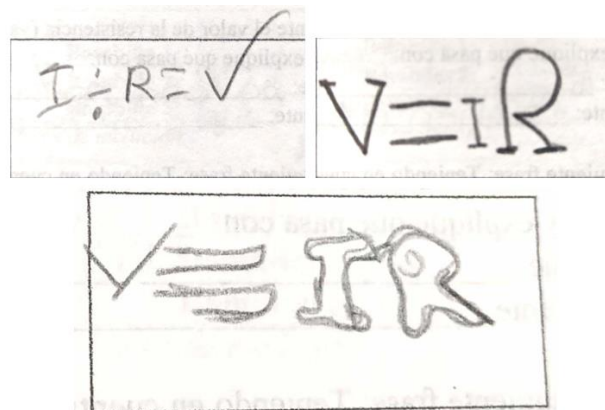
- e) *Observe con atención las letras que representan las variables eléctricas voltaje (V), corriente (I) y resistencia (R) y responda:*
 - *Cuál operación matemática cree que se está generando entre la corriente (I) y la resistencia (R) para que dé como resultado el valor del voltaje (V). Observe los resultados numéricos que muestra la aplicación antes de responder ¿Qué operación es (suma, resta, multiplicación o división)?*

Observación del investigador: Para esta pregunta tan solo el 30% de los grupos contesta que la operación matemática es una multiplicación, el 50% de los estudiantes lo asocia a la suma, algunos argumentando que las dos variables se adicionan ya que, si una sube la otra también, y el restante responde con las otras dos operaciones (-, ÷), la división en mayor medida.

- *Intente escribir en el siguiente cuadro una fórmula matemática que dé como resultado el valor de la corriente:*

Observación del investigador: Para este punto se espera que pocos contesten de forma correcta, teniendo en cuenta que los estudiantes en sus clases de matemáticas aún no han visto temas en los que se explique manejo de variables o igualdades. Sin embargo, a raíz de los laboratorios y prácticas realizadas hasta el momento durante estas cinco sesiones, se pretendía que ellos pudieran interpretar operaciones inversas, intentando expresar cual ecuación se puede asociar para determinar el valor de la corriente. Algunos grupos tratan de dar una fórmula, pero en realidad ninguna es correcta (Figura 4-26).

Figura 4-26: Algunas ecuaciones formuladas por los estudiantes.



4.6 Sesión 6: Propuesta para los problemas de conexión (Anexo 6).

Una vez terminada la parte de fundamentación con prácticas básicas de circuitos eléctricos reales y simuladas, y después de haber realizado una retroalimentación en cada una de las sesiones de trabajo, se entabla una última discusión con los estudiantes de cada curso (401 y 403) con el fin de escuchar sus opiniones respecto a las últimas semanas de trabajo. En esta charla varios estudiantes manifiestan que las prácticas han sido “chéveres”, que

les han gustado mucho y que les hubiese gustado tener más tiempo para poder seguir haciendo trabajo en el computador, pero sobre todo para las conexiones reales, ya que durante las cinco sesiones de trabajo solo se pudo destinar una de ellas a trabajar con componentes y materiales reales. También algunos estudiantes hacen comentarios sobre la posibilidad de seguir desarrollando este tipo de actividades durante el siguiente año lectivo. En medio de la discusión el docente manifiesta a los estudiantes su satisfacción con el desempeño en las clases, resaltándoles el interés demostrado al desarrollar cada una de las actividades propuestas. En la mayoría de los casos fue mejor de lo esperado y se pudo avanzar de buena manera en todas las guías de trabajo propuestas.

Una reflexión que hace el docente referente a las discusiones de retroalimentación es que, se notó una participación activa de la mayoría de los estudiantes y gracias a ello, se pudo observar un avance significativo en la comprensión de las características de funcionamiento en los tipos de circuitos trabajados en los laboratorios. Además, en dichas prácticas algunos estudiantes se destacaron por mostrar una mejor habilidad de análisis para abordar las situaciones presentadas en los ejercicios.

Por último, se pregunta a los estudiantes si después de haber hecho las prácticas se sienten en la capacidad de diseñar una acometida eléctrica doméstica, basado en una situación cotidiana para después implementar una conexión que solucione dicho problema e integrarla a una maqueta, además si les gustaría realizarlo, a lo que la mayoría responde de manera animada afirmando que les gustaría resolver dicho problema ya que se sienten capaces de materializar la solución.

Después de terminar la discusión y escuchar las impresiones de los estudiantes, se explican las condiciones y particularidades para desarrollar el proyecto final (Anexo 6) y presentar sus posibles soluciones. Se deja claro a los estudiantes que la presentación de dicho proyecto hace parte de la culminación del módulo de enseñanza sobre circuitos eléctricos y por ello, es importante que lo realicen con responsabilidad.

Objetivo de la sesión: Presentar a los estudiantes diferentes problemas de diseño de instalaciones eléctricas residenciales, para ser resueltos apoyándose en la fundamentación enseñada y el aprendizaje logrado durante las prácticas de laboratorio.

Metodología de trabajo: Una vez terminada la discusión de retroalimentación se toma un tiempo de esta sesión y se otorga libertad a los estudiantes para organizarse en grupos de

cuatro personas, se les recomienda hacer grupos heterogéneos, es decir, tratando de identificar a compañeros que en alguna de las prácticas no obtuvieron buenos resultados y consideren que requieren más apoyo para abordar los problemas que se asignarán. Después de la conformación de los grupos se les delega hacer acuerdos de compromiso con la entrega, teniendo en cuenta que una vez entregados los problemas van a tener un plazo de dos semanas para trabajar de manera autónoma y solucionarlos.

Estando organizados en grupos se solicita a los estudiantes dialogar para delegar un líder encargado de organizar la estrategia de trabajo, posteriormente se entrega un problema al azar diferente para cada grupo, en total ocho, esta distribución se mantiene para ambos cursos (401 y 403). El problema entregado está especificado en una hoja, la cual, a su vez, contiene las instrucciones y condiciones para la entrega de la maqueta, dichas indicaciones son explicadas detalladamente en la clase con el fin de resolver dudas e inquietudes al respecto. Durante las dos semanas siguientes los estudiantes pueden contactar al docente para atender preguntas respecto al problema asignado, pasadas estas dos semanas se realiza una última sesión de trabajo, únicamente para que cada grupo haga entrega de su trabajo y explique el proceso de solución. La conexión que soluciona el problema planteado debe ser sustentada y junto con ella deben entregar un documento que explique su desarrollo, máximo en una página.

Se hace la misma distribución de grupos y problemas en ambos cursos con el fin de observar si hay diferencias en las soluciones propuestas. Es decir, se plantearon 8 problemas, pero teniendo en cuenta que se distribuyen igual en cada curso (401 y 403) se espera un total de 16 entregas, 2 soluciones diferentes para cada uno de los 8 problemas.

Resultados esperados: Se espera que los estudiantes tengan en cuenta las actividades que se han realizado a lo largo de las cinco sesiones de trabajo de fundamentación, para abordar de mejor manera la solución al problema, haciendo uso de las herramientas mostradas en las diferentes prácticas. También se espera que los estudiantes tengan la capacidad de analizar y proponer posibles soluciones a los problemas para diseñarlas y probarlas con ayuda del simulador web y posteriormente, implementar el circuito en una maqueta.

Observación del investigador sobre los problemas propuestos: Durante las dos semanas siguientes a la asignación de las actividades no se acercan muchos estudiantes

para resolver dudas o inquietudes respecto a los problemas entregados. Algunos padres de familia se acercan para preguntar si los problemas asignados se pueden desarrollar de forma individual, a lo cual el docente informa que por parte de la institución no se puede obligar a los estudiantes a trabajar en grupo, pero que, sí se ve necesario hacer el ejercicio de forma grupal para alcanzar los tiempos de entrega, además para compartir y consolidar el proceso de aprendizaje con los compañeros. Sin embargo, durante la entrega varios estudiantes lo hacen de forma individual, aunque cumplen con las demás condiciones de la entrega.

En el momento de la sustentación se solicita a los estudiantes una descripción del proceso de elaboración y se hacen las siguientes preguntas:

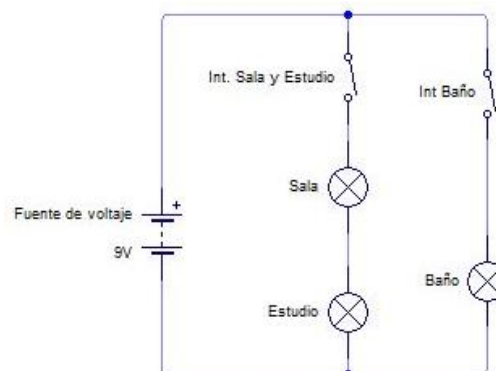
- ¿Cómo lograron encontrar la solución al problema?
- ¿Hicieron uso del simulador antes de implementar los circuitos?
- ¿Recibieron algún tipo de ayuda? ¿Qué ayuda?
- ¿El problema fue más complicado de lo que esperaba?
- ¿Cómo se comportan las variables en el circuito que está presentando?

A continuación, se relacionan cada uno de los problemas propuestos con sus respectivos resultados:

1. *En un apartamento se necesita hacer una instalación eléctrica para iluminar un estudio, una sala y un baño, pero el baño necesita ser activado de forma independiente. La sala y el estudio pueden ser activados al tiempo ¿cómo haría la instalación?*

Para este primer problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-27.

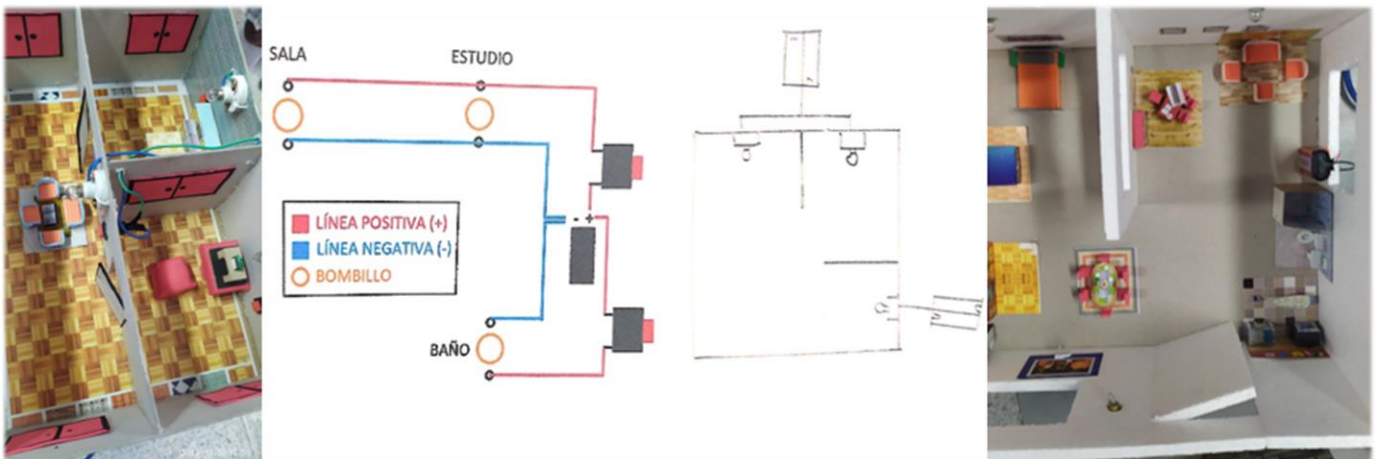
Figura 4-27: Esquema de solución para el problema 1.



Para este primer problema se presentan un total de cinco entregas, de las cuales tres estudiantes lo hacen individualmente, una entrega es hecha por un grupo conformado por dos estudiantes y otra entrega es hecha por un grupo con tres estudiantes. Al momento de hacer la sustentación se observa que los estudiantes que trabajaron en grupo, logran desarrollar la solución como se esperaba y que la mayoría de los integrantes responden a todas las preguntas con facilidad. En el caso de los estudiantes que entregaron de forma individual, se presentan dos entregas en las que se construyeron circuitos separados, es decir, un circuito para la sala y el estudio y otro para el baño, cada uno con fuente independiente, estas entregas no cumplen con las condiciones de los laboratorios realizados durante las cinco sesiones, ya que debían entregar un solo circuito. Al finalizar algunos estudiantes comentan que la solución al problema fue fácil de encontrar y que recibieron ayuda de sus padres solo al momento de hacer las conexiones reales, argumentando que no sabían manipular muy bien las herramientas y preferían evitar accidentes. En solo uno de estos grupos, el conformado por tres estudiantes, afirman haber hecho uso del simulador para hacer una conexión previa antes de implementar el circuito de forma real.

Algunas de las conexiones y maquetas realizadas por los estudiantes se muestran en la Figura 4-28.

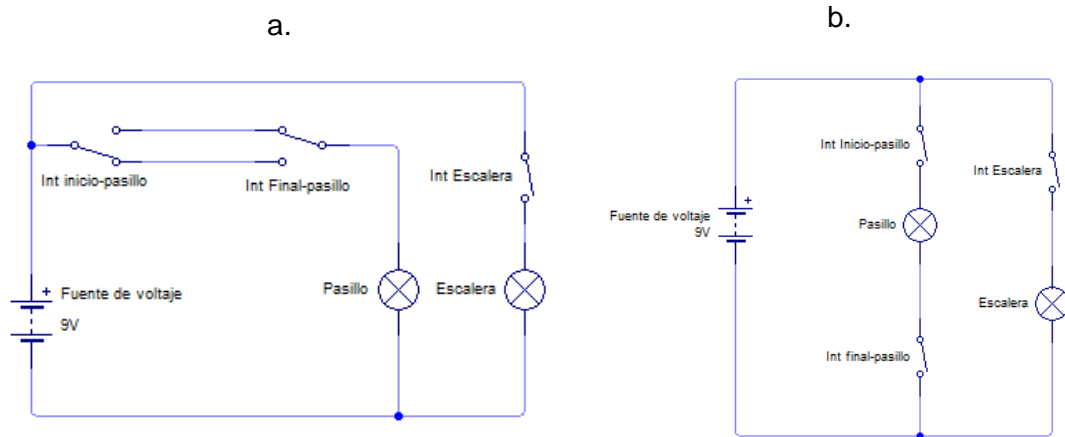
Figura 4-28: Entregas para el problema 1.



2. *A la entrada en una casa hay un pasillo muy largo seguido de una escalera, cuando es de noche se debe cerrar la puerta con pasador, pero es muy oscuro, así que se debe instalar un bombillo que se pueda activar o desactivar al inicio y al final del pasillo. Adicionalmente, se debe activar el bombillo de la escalera independientemente ¿cómo haría la instalación?*

Para este segundo problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-29-b.

Figura 4-29: Esquemas de solución para el problema 2.



Nota: El circuito que realmente soluciona el problema en la vida real, es el mostrado en la Figura 4-29-a. Para hacer este circuito es necesario usar interruptores dobles o con doble conmutación, pero estos elementos no están disponibles en el simulador PhET, por lo tanto, los estudiantes deben usar los elementos que este brinda. De acuerdo a ello se espera que los estudiantes realicen una conexión similar a la de la Figura 4-29-b, haciendo aclaración en que para el caso del bombillo del pasillo se entiende que si los dos interruptores están abiertos el circuito no funcionaría de la manera deseada, ya que en algún momento los dos quedarían abiertos, por lo tanto se tendrían que activar y desactivar en orden.

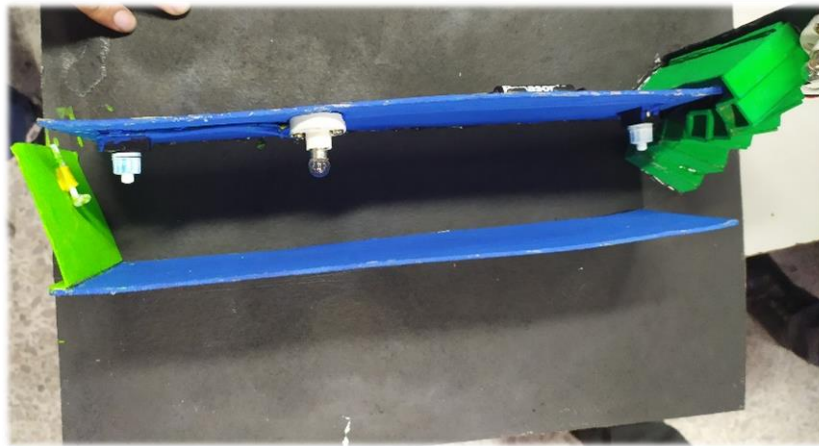
Para este problema se reciben dos entregas, una de las entregas es realizada por un grupo conformado por cuatro estudiantes el cual hace la entrega con la solución esperada (Figura 4-29-b), utilizando una sola fuente de voltaje y respetando las condiciones. El otro grupo está conformado por tres personas, debido a que uno de los participantes no aportó en la solución del problema, este grupo hace la entrega, pero utiliza dos fuentes de voltaje, por lo tanto, construyó dos circuitos diferentes.

Al entrevistar a los estudiantes, ellos mencionan que la parte inicial del pasillo fue difícil de preparar para ellos ya que no sabían cómo utilizar los interruptores. En uno de los

grupos se hizo uso del simulador para poder llegar a la solución, el otro grupo manifiesta que hicieron las pruebas en físico para lograr encontrar la solución. En ambos casos hubo asesoría de los padres para hacer las conexiones reales. Los dos grupos explican con facilidad las preguntas acerca del comportamiento de las variables en los diferentes tipos de configuración.

En los documentos recibidos los estudiantes no colocan esquemas del diseño del circuito. Una de las entregas se muestra en la Figura 4-30.

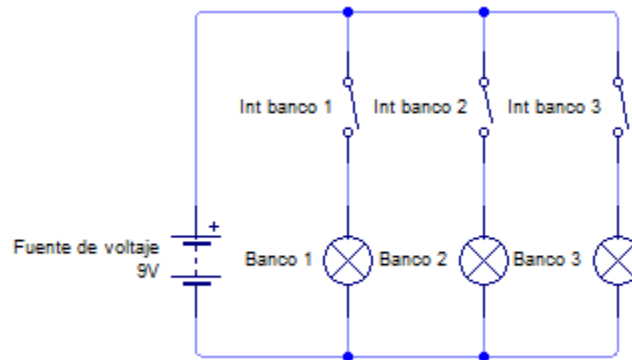
Figura 4-30: Entrega para el problema 2.



3. *En un consultorio odontológico hay 3 bancos para atender a los pacientes, pero no siempre están los 3 odontólogos que trabajan en esos bancos. Por lo tanto, se debe hacer una instalación para iluminar los bancos y que cada uno se pueda activar y desactivar de manera independiente ¿cómo haría la instalación?*

Para este tercer problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-31.

Figura 4-31: Esquema de solución para el problema 3.

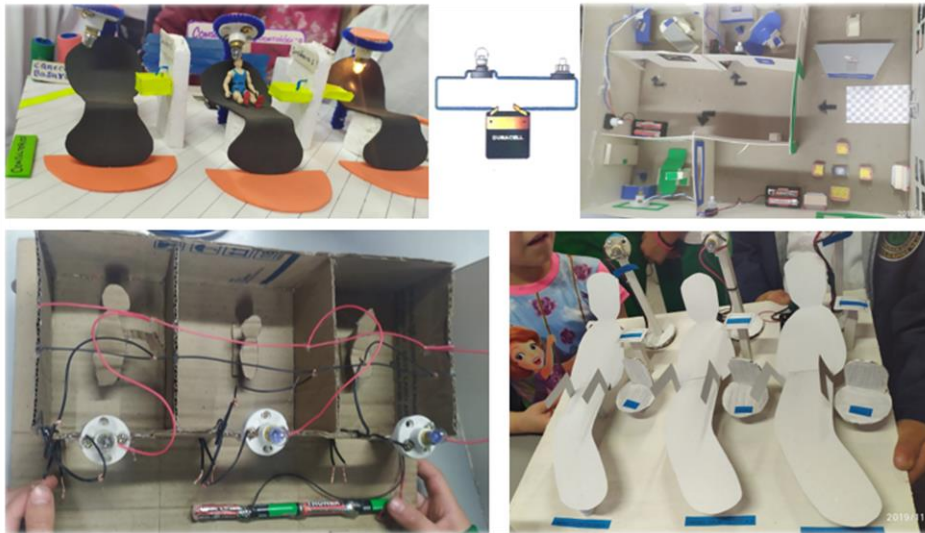


Para este problema hay cinco entregas, cuatro de ellas son realizadas de manera individual y una en grupo. Los primeros comentarios de los estudiantes acerca de esta entrega, es que la solución al problema fue fácil de encontrar ya que se asemeja mucho a una conexión realizada en una de las prácticas de las sesiones anteriores, por ello, fue sencillo encontrarla rápidamente. Solo los estudiantes que trabajaron en grupo mencionan que hicieron la simulación antes de hacer las conexiones reales, los demás estudiantes no hicieron pruebas en el simulador.

En el caso de los estudiantes que entregan individualmente, hay dos entregas en las que utilizan más de una fuente de voltaje, por lo tanto, no cumplen con las condiciones de las prácticas desarrolladas en las sesiones anteriores, ya que hicieron circuitos independientes en lugar de uno. En el momento de la sustentación los estudiantes que trabajaron en grupo están muy bien preparados y no es necesario hacer muchas preguntas, explican de manera correcta y fluida su conexión, además explican correctamente las diferencias de funcionamiento de las variables (voltaje y corriente) en las dos configuraciones trabajadas durante la secuencia didáctica. En el caso de los estudiantes que trabajaron individual, hay dos de ellos que presentan dificultades a la hora de explicar su conexión, también confunden la forma en que actúan las variables en los diferentes tipos de configuración.

En los documentos que los estudiantes entregan solo se presenta un esquema, el cual no corresponde al circuito. En la Figura 4-32 se muestran algunas entregas realizadas.

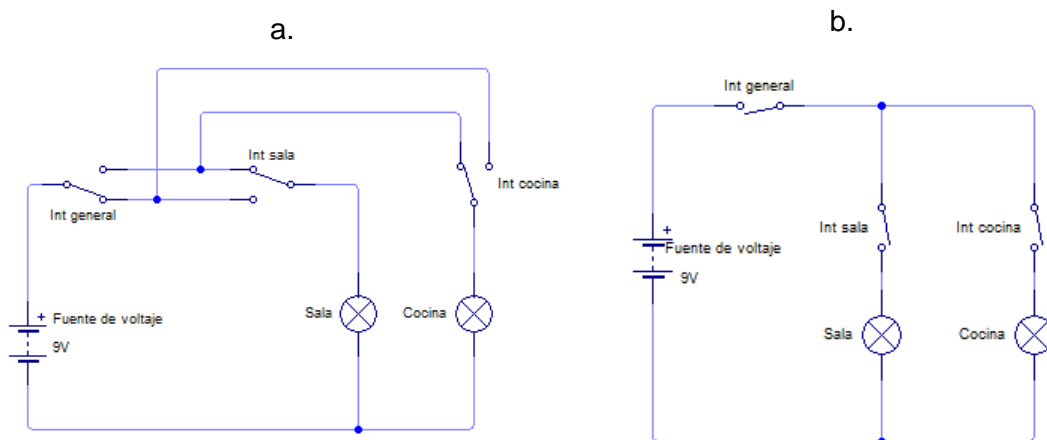
Figura 4-32: Entregas para el problema 3.



4. *En una casa de dos pisos hay dos niños preadolescentes que en ocasiones dejan las dos luces del primer piso en donde hay una sala y una cocina encendidas. Los papás de los niños están cansados de bajar las escaleras constantemente para apagar estas luces, por lo tanto, requieren una instalación con tres interruptores, uno para cada bombillo y otro para que puedan desactivar las dos luces desde el segundo piso ¿cómo haría la instalación?*

Para este cuarto problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-33-b.

Figura 4-33: Esquemas de solución para el problema 4.



Nota: El circuito que realmente soluciona el problema en la vida real es el mostrado en la Figura 4-33-a. Para hacer este circuito es necesario usar interruptores dobles o con doble conmutación, pero estos elementos no están disponibles en el simulador PhET,

por lo tanto, los estudiantes deben usar los elementos que brinda el simulador. De acuerdo a ello, se espera que los estudiantes realicen una conexión similar a la de la Figura 4-33–b aclarando que, si se implementa este circuito puede ocurrir que, si se desactiva el interruptor general el cual está en el segundo piso y se quiere activar una de las luces del primer piso, necesariamente se debe ir de nuevo al segundo piso para activar todo el circuito. Sin embargo, se tiene en cuenta que los estudiantes utilizan los elementos conocidos en la etapa práctica.

Para este problema se reciben cinco trabajos, tres de ellos de forma individual y dos en grupos conformados por dos estudiantes cada uno. Una de las entregas individuales desarrolla la solución con dos circuitos utilizando una fuente para cada uno, es decir, no cumple las condiciones de las prácticas realizadas en las sesiones anteriores en las cuales se construía solo un circuito para cada problema de conexión. No obstante, todos los grupos logran sustentar con facilidad el problema, en la sustentación uno de los grupos menciona que el problema de conexión se soluciona configurando un interruptor en serie con la fuente de voltaje y luego se conectaban los dos bombillos en paralelo a la conexión del interruptor y la fuente, haciendo la descripción del circuito mostrado en la Figura 4-33–b, lo cual indica que, los estudiantes entienden que esta conexión en particular se puede realizar haciendo combinaciones entre las configuraciones trabajadas. Uno de los estudiantes que entrega de manera individual menciona que el problema se parece mucho a uno trabajado en la práctica de la sesión 5, solo que en este caso falta un bombillo. Los otros dos estudiantes que entregan individualmente no hacen una sustentación fluida, pero logran responder las preguntas con respecto al funcionamiento de los tipos de circuitos y sus variables.

Para la parte de las simulaciones, en dos de las entregas se menciona que no hicieron pruebas con el software, manifestando que pasaron directamente a las conexiones reales y que allí ajustaron las fallas que se presentaron. Los estudiantes responsables de las otras tres entregas dicen que si hicieron las pruebas en el simulador antes de hacer las conexiones reales. En todas las entregas se menciona que recibieron ayuda de los padres para las conexiones reales, sobre todo para el manejo de herramientas y asesorías en algunas conexiones.

En los documentos que los estudiantes entregan solo se presenta un esquema, algunos de los trabajos se muestran en la Figura 4-34.

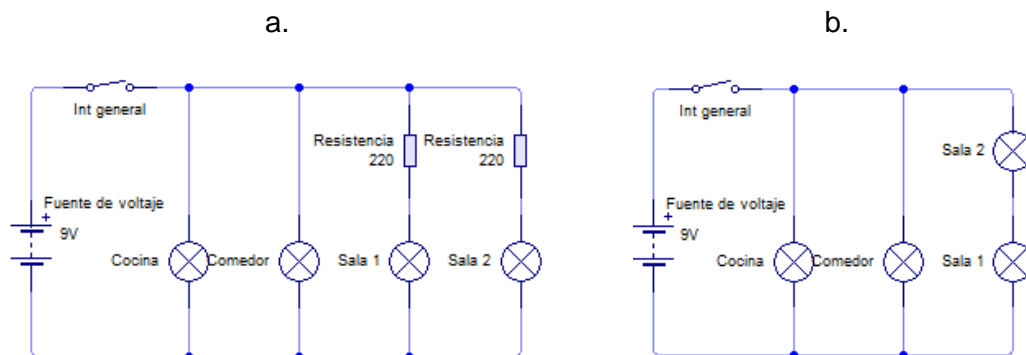
Figura 4-34: Entregas para el problema 4.



5. *En un apartamento moderno hay un espacio que requiere separar los ambientes de acuerdo con la luminosidad y se necesita que se activen al mismo tiempo 4 bombillos. 1 para la cocina, 1 para el comedor y 2 para la sala, pero se requiere que los dos de la sala alumbren con menor intensidad que los otros dos ¿cómo haría la instalación?*

Para este quinto problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-35-b.

Figura 4-35: Esquemas de solución para el problema 5.



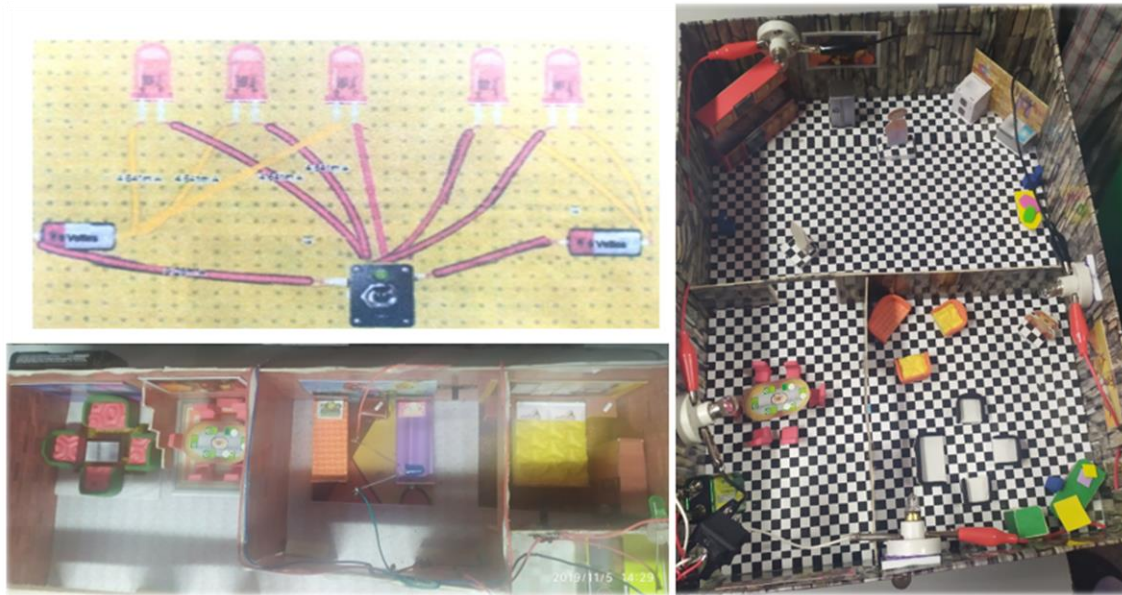
Nota: El circuito que realmente soluciona el problema en la vida real, es el mostrado en la Figura 4-35-a y para hacer este circuito es necesario usar resistencias, pero estos elementos aunque están disponibles en el simulador no fueron utilizados. Cuando se trató el tema de resistencia se pidió a los estudiantes variar la resistencia en los

bombillos mismos, por lo tanto, los estudiantes deben usar los elementos que se usaron en las prácticas. Una posible opción era que compraran bombillos de diferente resistencia, pero si no se tiene un instrumento de medida es difícil lograrlo. En consecuencia, se espera que los estudiantes realicen una conexión similar a la de la Figura 4-35–b.

Para esta entrega se recibieron tres trabajos, uno entregado por un grupo de tres estudiantes, el cual menciona que uno de sus integrantes no participó en la solución del problema, además este grupo no entrega documento sobre la descripción del mismo. Los otros dos trabajos son entregados por dos grupos conformados con dos estudiantes cada uno. Solo uno de los grupos entrega en su documento un esquema de conexión con LED's, el cual no cumple con las condiciones de las prácticas trabajadas en las sesiones anteriores ya que nunca se hizo uso de este componente. En las sustentaciones uno de los grupos soluciona el problema con circuitos independientes, uno para la sala y otro para la cocina y el comedor, este grupo menciona que fue difícil hallar la solución y que por esa razón optaron por colocar dos fuentes de voltaje, lo cual no cumple con las condiciones dadas, ese grupo también menciona que no utilizó el simulador para probar el circuito. Los demás grupos afirman haber utilizado el simulador para probar los circuitos antes de hacer la conexión real. En la explicación sobre el comportamiento de las variables uno de los grupos no puede responder, aunque logra sustentar el proceso de como encontró la solución al problema de conexión.

En los documentos que los estudiantes entregan solo se presenta un esquema. Algunas de las entregas de este problema se muestran en la Figura 4-36.

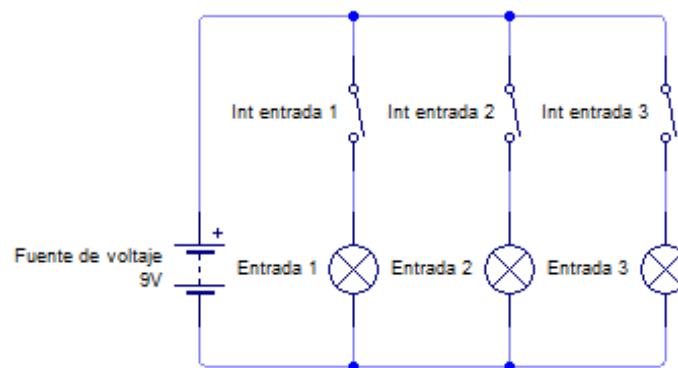
Figura 4-36: Entregas para el problema 5.



6. *En un conjunto cerrado hay un pasillo que se hace oscuro en las noches, este pasillo da acceso a tres edificios y se requiere que cada una de las entradas se pueda activar o desactivar independientemente ¿cómo haría la instalación?*

Para este problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-37.

Figura 4-37: Esquema de solución para el problema 6.



En la entrega de este proyecto se presentan dos grupos para sustentar, cada grupo con un total de cuatro estudiantes. De entrada, los dos grupos manifiestan que la conexión era la misma que solucionaba uno de los problemas planteados en las prácticas, los dos grupos manifiestan haber realizado pruebas a sus circuitos en el

simulador y uno de los grupos tuvo más dificultad a la hora de explicar el funcionamiento de las dos configuraciones trabajadas. Sin embargo, los dos grupos mencionan que la conexión está configurada en paralelo y que es controlada en cada rama por un interruptor. Hay una observación y es que, aunque las conexiones presentadas son funcionales, una de ellas es realizada con LED's, lo cual no cumple con las condiciones de las prácticas realizadas en las sesiones anteriores en las cuales solo se hizo uso de bombillos de filamento convencionales.

En los documentos que los estudiantes entregan no se presentan esquemas, las maquetas con sus respectivos circuitos se muestran en la Figura 4-38.

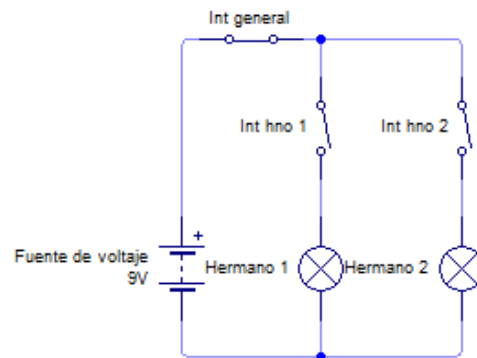
Figura 4-38: Entregas para el problema 6.



7. *Una habitación de un apartamento es compartida por dos hermanos que estudian en diferentes horarios, en ocasiones por las noches la luz incomoda a alguno de los dos, por lo tanto, se requiere una instalación en la que se puedan activar 2 bombillos de manera independiente (uno para cada hermano) y adicionalmente que también se puedan activar o desactivar los dos al mismo tiempo ¿cómo haría la instalación?*

Para este problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-39.

Figura 4-39: Esquema de solución para el problema 7.



Nota: El circuito presentado en la Figura 4-39 tiene una observación, si se desactiva el interruptor general y se quiere activar una de las luces de los hermanos, necesariamente se debe ir de nuevo a dicho interruptor para activar todo el circuito. Sin embargo, se tiene en cuenta que los estudiantes van a emplear los elementos y ejemplos conocidos durante la etapa práctica.

En la sustentación del problema se reciben trabajos de tres grupos, dos de ellos conformados por dos estudiantes cada uno y un grupo conformado por tres estudiantes, este último refiere que uno de los integrantes no participó en la solución del problema. En esta entrega dos de las conexiones son presentadas con LED's y aunque son funcionales, no cumplen con las condiciones de las prácticas desarrolladas durante las sesiones de fundamentación.

En la entrega de este séptimo problema se observa que todos los circuitos presentados están conectados con una sola fuente de energía, cumpliendo una condición fundamental para el problema de conexión, característica que no se vio en las soluciones a los problemas anteriores. Solo uno de los grupos presenta un esquema, pero es un tanto diferente a los esquemas presentados en las sesiones de práctica, dicho esquema se asemeja mucho a los que se hacen para las acometidas eléctricas residenciales. Uno de los grupos refiere que no utilizó el simulador para hacer la conexión, porque se dieron cuenta que el circuito se parecía a uno de los problemas que se realizaron en las sesiones de práctica. Los demás grupos afirman haber utilizado los simuladores para probar sus circuitos. Los tres grupos comentan que recibieron ayuda de los acudientes al momento de hacer uso de herramientas para realizar las conexiones reales.

En los documentos que los estudiantes entregan se presenta solo un esquema, la entrega del esquema y las maquetas se pueden apreciar en Figura 4-40.

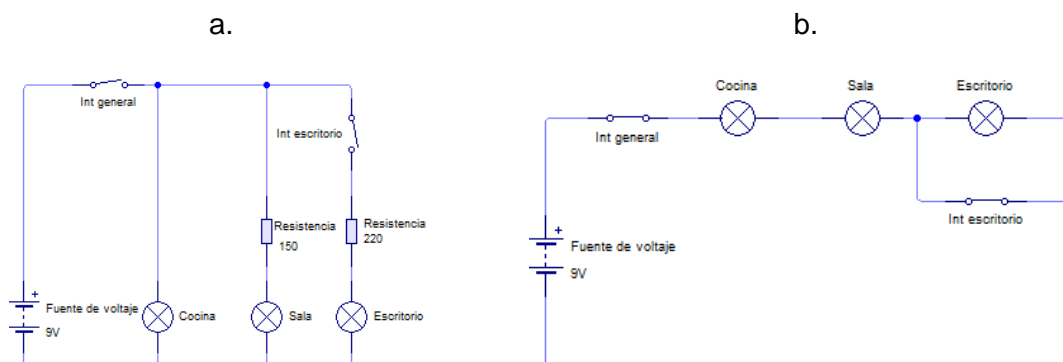
Figura 4-40: Entregas para el problema 7.



8. *En un espacio de un apartamento hay una cocina, una sala y un escritorio con computador que requieren ser iluminados de la siguiente manera: un bombillo para la cocina con alta luminosidad, un bombillo para la sala con menor luminosidad que la cocina, y un bombillo para el escritorio con menor luminosidad que la sala. Adicionalmente se requiere que el bombillo del computador se active o desactive de manera independiente cuando los demás están encendidos ¿cómo haría la instalación?*

Para este último problema se espera que los estudiantes diseñen una conexión que dé una solución similar a la mostrada en la Figura 4-41-b.

Figura 4-41: Esquemas de solución para el problema 8.



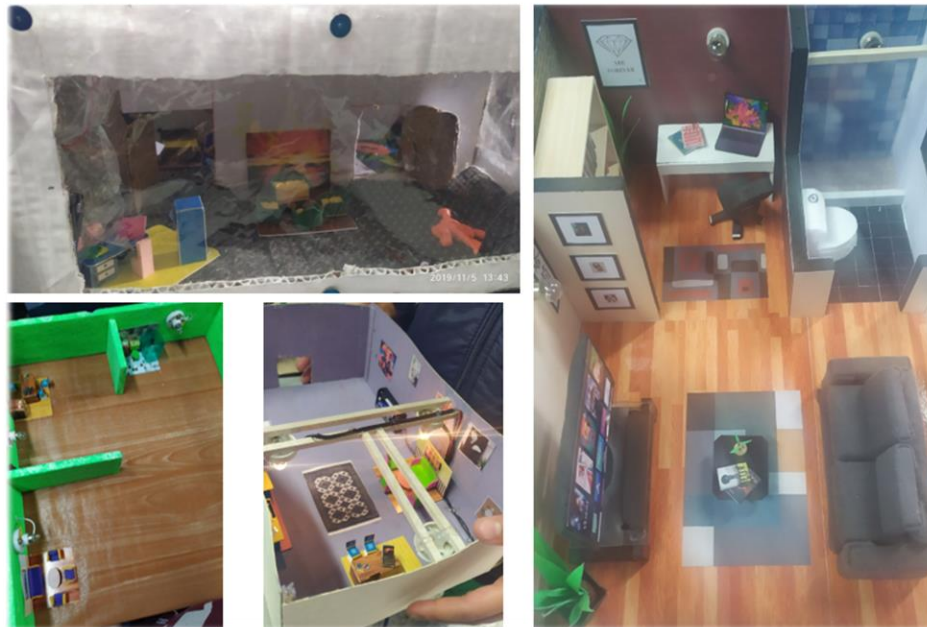
Nota: El circuito que realmente soluciona el problema en la vida real es el mostrado en la Figura 4-41-a y para hacer este circuito es necesario usar resistencias, pero estos elementos aunque están disponibles, no fueron utilizados en el simulador PhET. Cuando se trató el tema de resistencia se pidió a los estudiantes variar la resistencia en los bombillos mismos, por lo tanto, los estudiantes deben usar los elementos que se usaron en las prácticas. Una posible opción era que compraran bombillos de diferente resistencia, pero si no se tiene un instrumento de medida es difícil lograrlo. En consecuencia, se espera que los estudiantes realicen una conexión similar a la de la Figura 4-41–b, haciendo la siguiente claridad: se entiende que en una situación ideal los bombillos no van a tener ninguna variación en la intensidad de su brillo, a menos que sean de diferente resistencia. Sin embargo, cuando se realizaron las prácticas con conexiones reales, los estudiantes pudieron observar que en el circuito serie había una atenuación en el brillo de los bombillos a medida que se alejaban de la fuente de voltaje, muy probablemente se debe a la resistencia interna de los cables usados. Por esta razón se prevé que las entregas para este problema van a tener un circuito configurado de esta manera (Figura 4-41-b).

En esta sustentación se reciben entregas de cuatro grupos, dos grupos conformados por dos estudiantes cada uno y dos entregas individuales. En términos generales los dos grupos hacen la conexión para que el nivel de brillo sea como se solicita en el problema, sin embargo, ninguno logró independizar con un interruptor el bombillo que correspondía a la sala. Los estudiantes que realizan su entrega de manera individual no hacen la conexión como se espera, ya que utilizan una fuente de voltaje independiente para el bombillo del escritorio.

Cuando se realizan las preguntas correspondientes a los grupos conformados, se identifica que entendieron la configuración del circuito, además de las diferencias entre las conexiones. En cambio, con los estudiantes que trabajan de manera individual se notan algunas dificultades y confusiones sobre la función de la corriente en los circuitos. Uno de los grupos no hace la simulación de prueba en el software, manifiestan que hicieron las pruebas en la conexión real. En las demás entregas aseguran haber hecho simulaciones previas al montaje. En todas las sustentaciones los estudiantes manifiestan haber recibido ayuda de sus padres para las conexiones reales. En ninguno de los documentos entregados por los grupos se presentan esquemas.

Las maquetas con los respectivos circuitos entregadas por los estudiantes se muestran en la Figura 4-42.

Figura 4-42: Entregas para el problema 8.



Comentarios finales: En términos generales, las entregas realizadas por los estudiantes para estos ocho problemas de conexión son buenas. En la mayoría de los casos pueden responder correctamente a las preguntas realizadas por el docente acerca del funcionamiento de los circuitos que presentan, y explican de manera adecuada el proceso de fabricación de sus maquetas con las respectivas conexiones. Uno de los comentarios más frecuentes es que les hubiese gustado tener más interacción en las prácticas con los componentes reales, esto se relaciona con el hecho de que en todos los grupos recibieron algún tipo de ayuda a la hora de hacer las conexiones. No obstante, se puede apreciar en la mayoría de entregas que la parte de pensar y proponer el circuito es ejecutada por los estudiantes.

En la guía de trabajo no se especifica, que la solución a cada uno de los problemas debe ser con un solo circuito y no con fuentes independientes, como algunos grupos lo presentaron. Sin embargo, durante la etapa de fundamentación se recalcó constantemente este aspecto, al igual que en la socialización de los problemas de la entrega final, por ello

no se considera esta apreciación en las guías. No obstante, la recomendación para una futura práctica es describir todas las condiciones en la guía de trabajo.

Capítulo 5

5 Análisis de Resultados

En el capítulo anterior se realizó un primer filtro de la información recolectada, en el cual se encuentran sistematizados todos los datos acopiados en cada una de las guías. Siguiendo con las fases de la investigación cualitativa, en este capítulo se desarrolla la Fase Analítica y se retoman las etapas Reducción, Disposición y Transformación de Datos, para que a partir de ello se identifique si el método de investigación aplicado es funcional, además si los objetivos son alcanzados. Como señala Urbano Gómez (2016) al citar la frase de Báez y Tudela (2009, p.242) sobre el análisis cualitativo, refiriendo que: *“tiene por objeto extraer el significado relevante del asunto investigativo, averiguar no sólo sus componentes sino que es más importante su esencia. Lo propio del análisis cualitativo es que demanda descripción, interpretación y explicación”*. Y afirma que en la etapa de análisis el investigador es la persona que sabe cómo extraer los datos más relevantes de cada instrumento, ya que es la única persona que conoce su investigación y sabe cuál es el objetivo final.

Los datos se recolectaron con la ayuda de diferentes instrumentos y estrategias como: respuestas y aportes de los estudiantes en las guías de trabajo utilizadas para las cinco sesiones de trabajo práctico, la observación participante del docente guía durante todo el proceso, teniendo en cuenta la interacción entre estudiantes y constante dialogo con ellos, la sustentación y entrega del proyecto final del módulo de enseñanza de circuitos eléctricos básicos y entrevistas realizadas a algunos estudiantes después de haber culminado todo el proceso.

En concordancia con lo dicho anteriormente se presenta en las siguientes tablas el análisis de los resultados obtenidos en cada una de las sesiones de trabajo.

Tabla 5-1: Análisis de resultados. Sesión 1.

Análisis de la sesión 1: Práctica preliminar de circuitos eléctricos		
Aspectos relevantes	Situaciones y significados	Relación con el área del conocimiento
Terminología y vocabulario	Las respuestas de los estudiantes reflejan que ya han tenido experiencias respecto a situaciones en las que están involucrados los circuitos eléctricos y mencionan palabras correctas que hacen referencia a fallas que se presentaron en la práctica de la sesión. Este aspecto es importante ya que da evidencia de que así sea empíricamente, poseen un conocimiento que debe ser guiado para consolidar un aprendizaje.	Tecnología: Se encuentra conocimiento a nivel tecnológico cuando los estudiantes usaban los elementos de los circuitos y se observa que ya los conocían, es decir, que antes habían interactuado con ellos. Algunos los manipulaban bien y comentaban que habían visto en algún momento a un familiar reparando un cable o haciendo una conexión.
Predicciones basadas en el análisis	Cuando los estudiantes observan situaciones en las que están presentes circuitos eléctricos, son capaces de generar opiniones explicativas que pueden determinar un posible funcionamiento para la conexión. Así como se encontraron respuestas poco fundamentadas, también se encontraron respuestas que se aproximan a lo que realmente pasaría, las cuales fueron corroboradas una vez pudieron activar los montajes.	Ciencias y Tecnología: En muchas respuestas se pudieron encontrar nociones de pensamiento científico, cuando se estaba cerca a los estudiantes se escuchaban diálogos entre ellos que explicaban las situaciones planteadas, trataban de formular hipótesis y encontrar respuestas a los fenómenos que podrían ocurrir solamente con observar. Algunos quedaban muy satisfechos después de activar los circuitos y ver que sus apreciaciones eran muy cercanas.
Nociones teóricas	En la experimentación y al ver funcionando los circuitos, tanto reales como en la estación de simulación, se pudo contemplar algunos diálogos en los cuales los estudiantes trataban de interpretar el fenómeno de generación de energía eléctrica en las fuentes de voltaje. Aunque algunos normalizan, por ejemplo, el uso de las pilas en dispositivos electrónicos para permitir su funcionamiento, otros entienden que adentro existe una energía almacenada que se activa cuando se conecta un elemento resistivo a ellas. En varios comentarios y en las guías de trabajo se podía apreciar explicaciones relacionadas con la producción de energía o corriente eléctrica.	Ciencias y Tecnología: En cuanto a las explicaciones generadas por los estudiantes, se pudo notar que tienen algunas nociones acerca del fenómeno de generación de energía eléctrica, lo cual los acerca un poco más a las ciencias. Para el caso de la tecnología, se pudo observar que los estudiantes de este nivel tienen una particular curiosidad por manipular todo lo que para ellos es nuevo, y en tan solo una sesión pueden aprender a hacer conexiones básicas. Por ejemplo, sin enseñarles nada del simulador pudieron explorar varias opciones además de las indicadas en el taller para agregar elementos al circuito que debían analizar.
Nivel operacional	Se observó que los estudiantes no tuvieron ninguna dificultad para manipular tanto los circuitos reales como los simulados. Aunque no fue necesario	Tecnología: Se observa que tienen fortalezas tecnológicas a la hora de manipular los equipos de cómputo y el software de simulación usado, a pesar de no

	hacer uso de herramientas de laboratorio, se vio ingenio para afrontar las conexiones con los diferentes componentes.	estar familiarizados con él. Además, destreza al momento de manipular los circuitos para determinar las fallas.
Relaciones fenomenológicas	En este aspecto se pueden destacar las opiniones generadas luego de variar algunos elementos en el circuito simulado, ya que los estudiantes pueden evidenciar que al variar, por ejemplo, el valor de la resistencia puede aumentar o disminuir el flujo de corriente eléctrica y que ello, conlleva a permitir una mayor o menor intensidad de brillo en el bombillo.	Matemáticas: Se observa que los estudiantes tratan de establecer niveles de proporción cuando ven que aumenta o disminuye alguna variable en el circuito, lo cual es un aspecto positivo. Sin embargo, se debe guiar de mejor manera sus observaciones para que puedan entender las relaciones que existen entre variables.
Observaciones: Después de haber realizado esta sesión, se pudo observar que los estudiantes tienen nociones previas definidas en cuanto a las predicciones científicas a partir de la observación y la operatividad. Aunque en algún momento sienten temor de manipular los circuitos, han experimentado directa o indirectamente una situación similar y poco a poco sienten la confianza de hacer o deshacer conexiones. Por otro lado, se observó que los estudiantes tratan de establecer explicaciones a los fenómenos presentados y utilizan terminología referente al tema, aunque debe ser reorientada para que se utilice de manera correcta.		

Tabla 5-2: Análisis de resultados. Sesión 2.

Análisis de la sesión 2: Práctica de circuitos en configuración serie		
Aspectos relevantes	Situaciones y significados	Relación con el área del conocimiento
Nociones teóricas	<p>Nuevamente en esta sesión se destacan elementos relevantes acerca del fenómeno que ocurre cuando se hacen las simulaciones. Algunos estudiantes reconocen que las “bolitas” que se mueven dentro de los conductores son cargas eléctricas.</p> <p>Por otro lado, se encontraron elementos reconocidos por los estudiantes, ellos comienzan a identificar que la energía eléctrica no es simple energía, si no que en esta energía hay otro tipo de elementos. Una de las razones es que tienen en cuenta la necesidad de hacer uso de diferentes instrumentos para tomar valores de las variables, y otra es porque en sus respuestas se comienzan a encontrar las palabras de voltaje y corriente para referirse a los factores que hacen posible el funcionamiento de los bombillos.</p>	<p>Ciencias y tecnología: Se pueden encontrar elementos relacionados a la tecnología en la medida que los estudiantes demuestran habilidades para adaptarse a las herramientas informáticas utilizadas, en este caso el simulador. En estas nuevas generaciones, es común ver que desde edades tempranas tienen acceso a aparatos tecnológicos de diversa índole, en especial equipos de cómputo. Sumado a ello, al momento de interactuar con los elementos del circuito comienzan a usar herramientas e instrumentos para hacer comprobaciones o simplemente para hacer funcionar un bombillo.</p> <p>En cuanto al área de ciencias, se encuentra que siguen desarrollando una actitud científica, constantemente están indagando con sus compañeros de clase y con el docente, también ensayando en sus equipos para corroborar la eficacia de los procesos empleados al desarrollar las guías. Además, comienzan a reconocer el papel de las cargas eléctricas como componente primordial en la generación y conducción de energía eléctrica.</p>
Nivel operacional	Los estudiantes comienzan a relacionar datos y consignarlos en tablas, en la mayoría de los casos los datos son consignados correctamente y se tienen	Matemáticas: Se relaciona con esta área ya que los estudiantes tratan de encontrar las relaciones de los números que están consignado en los cuadros y cómo van

	en cuenta las unidades de medida, lo cual va siendo aclarado mientras avanza la clase. Adicionalmente, observan que cuando se aumentan los bombillos hay algunos datos de las mediciones que cambian y otros que se mantienen.	cambiando a medida que se hacen modificaciones al circuito.
Relaciones fenomenológicas	Se encuentran descripciones que los estudiantes hacen de forma cualitativa cada vez que se va modificando el circuito. Comienzan a relacionar la velocidad del flujo de corriente a medida que se modifica la resistencia, no obstante, en esta sesión solo describen en su mayoría lo que sucede si se disminuye la resistencia, pero no especifican lo que ocurriría si se aumenta.	Matemáticas y ciencias: Nuevamente se puede observar, que los estudiantes tratan de entender la relación de proporcionalidad entre variables, lo cual aún no es claro para ellos, sin embargo, se puede ver en las respuestas de varios grupos que perciben una distribución proporcional del nivel de voltaje cada vez que se agrega un bombillo. Para el área de ciencias, se encuentra que usan terminología adecuada, leída en la guía o mencionada por el docente cuando se refiere a las variables. También se pueden apreciar explicaciones generadas para responder a inquietudes sobre el funcionamiento de los circuitos las cuales son aclaradas cuando es necesario.
Observaciones: A nivel motivacional esta segunda sesión ha tenido éxito, los estudiantes siguen familiarizándose con la plataforma y se adaptan rápidamente a ella. Se empieza a encontrar capacidades implicadas a la inteligencia lógico matemática, ya que se puede ver en muchos estudiantes habilidades para identificar modelos, calcular, formular y verificar hipótesis (Mercadé, 2012), aunque estas habilidades se perciben en un nivel básico.		

Tabla 5-3: Análisis de resultados. Sesión 3.

Análisis de la sesión 3: Práctica de circuitos en configuración paralelo		
Aspectos relevantes	Situaciones y significados	Relación con el área del conocimiento
Nociones teóricas	De los datos que arroja esta nueva sesión, se puede apreciar que los estudiantes entienden de mejor manera que en el fenómeno de generación de energía eléctrica existen dos variables. Al momento de revisar algunas respuestas sobre todo en el cuadro comparativo se encuentra más clara la noción de la energía en un circuito, entendiendo que es posible gracias a la existencia de un nivel de voltaje y corriente, corroborado por el hecho de medir en un mismo cable dichas variables.	Ciencias: Se puede observar que los estudiantes reconocieron las variables que hacen posible la generación y conducción de energía eléctrica.
Nivel operacional	Para esta sesión hubo una mejora notoria tanto en el diligenciamiento de los datos en las tablas, como en la agilidad de los estudiantes para armar todos los circuitos. Se observa una mayor destreza en el manejo del simulador y de los	Tecnología y Matemáticas: Se observa una mejora en la habilidad para construir los circuitos en el simulador, la toma de datos con los instrumentos de medida y la eficacia para consignar adecuadamente dichos datos en las tablas. Al igual que la

	elementos que se presentan para armar e interactuar con las simulaciones.	interpretación de estos datos, en especial el voltaje.
Relaciones fenomenológicas	<p>Al hacer la retroalimentación sobre las conexiones, hay muchas opiniones acertadas que destacan la forma en que las variables se comportan en diferente configuración. Al momento de la discusión no hubo muchas preguntas, no obstante, al revisar algunas guías se encuentran confusiones sobre la percepción del comportamiento de la corriente.</p> <p>Fue más fácil para los estudiantes entender cómo se comporta el voltaje en un circuito, ya que muchos estudiantes observaron una relación directa entre el voltaje, tanto en la fuente como en cada una de las ramas, identificando que en la situación ideal que ofrecen los simuladores es exactamente el mismo.</p>	<p>Ciencias y matemáticas: En esta sesión se sigue fortaleciendo el espíritu científico, esto se pudo observar luego de realizar la retroalimentación. Algunos estudiantes consultaban y comparaban con sus compañeros los resultados numéricos de las mediciones para ver si estaban correctas, algunos de ellos contrastaban opiniones sobre lo tratado en la charla de retroalimentación, de este modo poder diligenciar adecuadamente sus cuadros comparativos y poder describir de forma correcta el comportamiento de las variables en las diferentes configuraciones.</p> <p>En el aspecto matemático, trataron de identificar cuáles eran los valores que coincidían en las mediciones, pese a ello, algunos estudiantes no diligenciaron el cuadro adecuadamente.</p>
<p>Observaciones: De esta sesión, se pudo destacar que los estudiantes reconocen como necesaria la existencia de la corriente y el voltaje para hacer posible el funcionamiento de un circuito eléctrico. Además, para que se pueda apreciar en el simulador el flujo de la carga eléctrica es necesario tener conectado un elemento que consuma dicha energía, en este caso los bombillos. Por otra parte, se pudo observar un mejor desempeño en el análisis de las tablas de datos para generar las explicaciones que solicitaba la guía, no obstante, es necesario trabajar más en la comprensión del funcionamiento de la corriente en ambas configuraciones.</p>		

Tabla 5-4: Análisis de resultados. Sesión 4.

Análisis de la sesión 4: Problemas de conexión		
Aspectos relevantes	Situaciones y significados	Relación con el área del conocimiento
Nociones teóricas	En esta sesión se observa que algunos estudiantes indagan sobre el tipo de conexión que se necesitaría de acuerdo a los parámetros que exponen los problemas. Por ejemplo, si se requiere que dos bombillos alumbren igual, o que uno alumbre más que otro, allí los estudiantes recuerdan las sesiones anteriores y se escuchan comentarios acerca del funcionamiento del circuito serie o paralelo. Ya entienden que existen dos configuraciones y que la energía que los alimenta tiene nivel de corriente y de voltaje, lo cual influye en el funcionamiento de los bombillos.	<p>Ciencias y Tecnología: Nuevamente en esta práctica se vio una actitud científica, los estudiantes usaron la indagación y el trabajo colectivo para poder solucionar los problemas. Durante toda la clase se observaron discusiones entre compañeros para lograr encontrar la conexión con el funcionamiento deseado. Algunos estudiantes al no encontrar una pronta solución con el método propuesto, usaron como metodología el ensayo y error hasta que hallaron la respuesta.</p>
Predicciones basadas en el análisis	En esta sesión en particular, los estudiantes orientaron lo aprendido en las dos sesiones anteriores para hacer combinaciones con las conexiones trabajadas, de acuerdo a ello, imaginaron y diseñaron diferentes conexiones para posteriormente probarlas.	<p>Tecnología: Los estudiantes establecen e imaginan estrategias que hagan posible la solución del problema, por medio del análisis de las experiencias anteriores en las cuales se apoyaron para solucionar el problema actual.</p>

Nivel operacional	En esta práctica no se presentaron dificultades con la manipulación del software de simulación. Se encuentra relevante en muchos casos que los estudiantes comienzan a manejar esquemas simbólicos para representar los elementos de un circuito. Además de un nivel de inventiva para diseñar conexiones que traten de solucionar los problemas planteados.	Tecnología: Los estudiantes hacen uso adecuado de los elementos de su entorno y los utilizan a su favor para solucionar el problema, además establecen representaciones para construir esquemas.
Relaciones fenomenológicas	Los estudiantes trataron de tener en cuenta las características de funcionamiento de las diferentes configuraciones, algunos recordaron que el circuito serie trabajado en la sesión 1 produjo menos iluminación que el paralelo. Estos aspectos junto a las conexiones simuladas por los estudiantes, fueron tenidas en cuenta al momento de proponer las soluciones.	Ciencias: Los estudiantes establecen relaciones entre los elementos que hacen posible el funcionamiento de los elementos del circuito de determinada manera.
<p>Observaciones: Esta sesión fue muy interesante en términos del método de trabajo, una vez se propusieron los retos de diseño los estudiantes entablaron constantemente conversaciones para tratar de hallar una respuesta de forma colectiva. Algunos lo tomaron como un reto personal y trataban de competir con compañeros de otros grupos de trabajo.</p> <p>Uno de los aspectos más importantes, es que se escuchaba en sus conversaciones traer a colación los recuerdos de las sesiones anteriores para tratar de solucionar los problemas, incluso algunos recordaron los circuitos reales de la primera sesión. También fue destacable el uso de simbología para construir los esquemas, la cual solo fue mostrada por unos instantes en la retroalimentación de la sesión anterior. Durante toda la clase los estudiantes estuvieron motivados, trabajando en encontrar la solución a los problemas, aunque la mayoría no pudo solucionar todos los problemas. Hubo dificultades en el problema tres, por ello, en la retroalimentación se explicaron las soluciones a todos los problemas propuestos.</p>		

Tabla 5-5: Análisis de resultados. Sesión 5.

Análisis de la sesión 5: Elementos matemáticos		
Aspectos relevantes	Situaciones y significados	Relación con el área del conocimiento
Nociones teóricas	Por medio de preguntas y frases orientadores, la mayoría de los estudiantes pudo deducir de forma cualitativa la inferencia de las variables voltaje, corriente y resistencia entre sí. Aunque no se encontraron definiciones o explicaciones al fenómeno contemplando el aspecto numérico y matemático.	Ciencias y matemáticas: Se encuentra relación con las ciencias en la medida que se puede hallar explicación a los fenómenos que posibilitan el funcionamiento del circuito eléctrico. Por otra parte, se puede establecer una relación con las matemáticas, a pesar de que se encuentran dificultades al momento de establecer relaciones numéricas y relacionar las variables algebraicamente, si se establecen algunas relaciones de proporcionalidad, lo cual responde a una relación con el pensamiento numérico.
Nivel operacional	Se observa que, al momento de enfrentarse a la práctica con elementos reales, hubo dificultades. Aunque los	Tecnología y ciencias: En cuanto a tecnología, se puede destacar el reconocimiento y uso de productos

	estudiantes resaltan que el ejercicio es muy similar a la simulación, por ello pudieron hacer correctamente las dos conexiones. Sin embargo, algunos estudiantes necesitaron de ayuda adicional para conectar los dispositivos y obtener el valor deseado en las mediciones, sobre todo con el instrumento que tomaba el valor de corriente.	tecnológicos, como las herramientas e instrumentos de laboratorio y la comparación de ventajas y desventajas de ciertos artefactos para la solución de problemas. En cuanto a ciencias, se puede observar que los estudiantes pudieron comparar y corroborar los resultados de lo real y lo simulado. A partir de ello se hace un acercamiento al conocimiento como científicos naturales y descubridores del entorno físico.
Relaciones fenomenológicas	Los estudiantes pudieron corroborar los resultados de las prácticas interactuando con una conexión real, lograron entender que al no ser una situación ideal pueden existir variaciones en los valores medidos. Sin embargo, entendieron que existe una similitud en los datos que no cambian en los diferentes elementos o ramas del circuito según la configuración. Lograron entender que el valor de la resistencia incide directamente en los valores de corriente y voltaje, además que estos dos últimos tienen a su vez una relación proporcional entre sí.	Ciencias: Los estudiantes pueden identificar y describir aparatos que generan energía, además identifican algunas de las funciones y componentes de un circuito eléctrico. En esta sesión, hubo un mayor acercamiento a la interacción con el fenómeno que hace posible el funcionamiento de un circuito eléctrico.
<p>Observaciones: En términos generales, esta práctica permitió a los estudiantes hacer un ejercicio de comprobación del fenómeno. Pudieron experimentar en la realidad todo lo que habían realizado en los computadores en las sesiones anteriores, lo cual fue motivante para ellos. Esto se percibió cuando se les observaba realizando la práctica con los componentes reales.</p> <p>En cuanto a la parte teórica, se encontró que los estudiantes lograron describir de forma cualitativa el funcionamiento de las variables de un circuito eléctrico, pese a ello, no se encontraron respuestas con relaciones numéricas o algebraicas. No obstante, se establece una relación con el desarrollo del pensamiento numérico, cuando los estudiantes tratan de darle un significado a las diferentes representaciones de las cantidades, valores y tamaño de las letras en los ejemplos que otorgaban las simulaciones, sobre todo la de la Ley de Ohm. Esto brinda a los estudiantes otro nivel de comprensión, tal y como lo refieren Obando & Vásquez (2008) (...) <i>“Por tanto, para la adquisición del sentido numérico es necesario proporcionar situaciones ricas y significativas para los alumnos. (...) Los números en la vida cotidiana pueden ser usados de muchas maneras: como secuencia verbal, para cuantificar, para medir, para expresar un orden, para etiquetar, para marcar una locación, o simplemente como una tecla para pulsar (en el caso de las calculadoras)”</i>. En tal sentido, los resultados después de haber realizado esta práctica, indican que los estudiantes directa e indirectamente han logrado afianzar ciertos conocimientos en las áreas aún con las que se trabajó.</p>		

Análisis de la sustentación y entrega de proyectos finales.

En el marco de los aspectos analizados anteriormente, es necesario resaltar la importancia del trabajo colaborativo visto en el desarrollo de las prácticas de laboratorio reales y simuladas, en donde se logra observar la importancia de los diálogos, discusiones y la explicación de situaciones entre pares (estudiantes). Esta modalidad de trabajo fomentó la

participación activa de estudiantes que generalmente no intervienen en las clases dirigidas por el docente.

En relación con lo anterior, se evidenció en la sustentación que los mejores resultados fueron emitidos por los estudiantes que trabajaron en grupo. En dichas sustentaciones, los estudiantes intentaron apoyarse en las herramientas brindadas en los laboratorios realizados previamente tales como: el uso del simulador, diseño de bocetos y esquemas de conexión y, combinación de las configuraciones vistas. A la vez, comprenden las características del funcionamiento del voltaje y la corriente en las diferentes configuraciones trabajadas, serie y paralelo. Además, que la energía suministrada por la fuente (pila) requiere de un nivel de voltaje y corriente y que estas dos variables obligatoriamente deben coexistir.

Por otra parte, en el caso de los estudiantes que realizaron una entrega individual se evidencia una marcada resistencia de los padres de familia en permitir la realización de trabajos grupales. Esto se refleja en que la mayoría de los trabajos individuales no cumplen las expectativas esperadas, encontrándose la implementación de circuitos separados para un mismo problema, sin explicar correctamente las características de funcionamiento de los mismos, lo cual presenta una dificultad para la consolidación del conocimiento.

Por último, se resalta el buen diseño y elaboración de la mayoría de las maquetas, así como los empalmes de las conexiones realizadas y aunque en algunos casos, no resolvieron los problemas de la forma esperada por no seguir los parámetros y condiciones indicadas, se encontraban bien ejecutadas.

Con el ánimo de visualizar el impacto de la propuesta de aprendizaje implementada. A continuación, se muestra la Tabla 5-6 que muestra los aspectos iniciales y finales de tres grupos de estudiantes. Adicionalmente, se muestran los desempeños y competencias propuestos por el Ministerio de Educación alcanzados por cada grupo de estudiantes, los cuales, en algunos casos pueden ser los mismos o variar según la experiencia de cada uno.

Tabla 5-6: Comparación del estado inicial y final.

Comparación del estado inicial y final de algunos grupos			
Grupo	Al iniciar	Al finalizar	Desempeños alcanzados por área del conocimiento
1	Para el caso de este grupo había algunas nociones previas respecto al conocimiento de los componentes utilizados para construir el circuito. No obstante, en la etapa inicial asumían la energía como una variable única en el circuito. A medida que fueron pasando las sesiones, fueron identificando las variables que realmente están inmersas en el comportamiento del circuito, además de los elementos, herramientas e instrumentos necesarios para construir un circuito y tomar mediciones de sus variables.	Los estudiantes de este grupo lograron completar adecuadamente los cuadros comparativos sobre el comportamiento del voltaje y la corriente, en las diferentes configuraciones. Aprendieron a manejar el software para simular y tomar mediciones con los instrumentos adecuadamente, lograron resolver dos de los problemas de conexión de la sesión 4. Completaron de forma correcta las frases que describen cualitativamente el comportamiento de las variables del circuito, además, este grupo fue uno de los que trató de establecer una relación algebraica para la corriente. Por último, la entrega de su proyecto cumplió con todos los parámetros y condiciones establecidas.	Tecnología e informática: <ul style="list-style-type: none"> • Identifico y doy ejemplos de artefactos que involucran en su funcionamiento tecnologías de la información. • Sigo las instrucciones de los manuales de productos tecnológicos. • Utilizo tecnologías de la información y la comunicación disponibles en mi entorno para el desarrollo de diversas actividades. • Describo productos tecnológicos mediante el uso de formas de representación tales como esquemas, dibujos y diagramas, entre otros. • Identifico y comparo ventajas y desventajas de distintas soluciones tecnológicas sobre un mismo problema. • Frente a un problema, propongo varias soluciones posibles indicando como llegué a ellas y cuáles son las ventajas y desventajas de cada una. • Diseño y construyo soluciones tecnológicas utilizando maquetas y modelos. • Describo con esquemas, dibujos y textos, instrucciones de ensamble de artefactos. • Participo en discusiones que involucran predicciones sobre los posibles efectos relacionados con el uso o no de artefactos, procesos y productos tecnológicos en mi entorno y argumento mis planteamientos.
2	Este grupo tenía algunas apreciaciones erróneas sobre el funcionamiento de los circuitos, en cuanto al papel de generación y suministro de energía por parte de la fuente. Aunque si reconocían que la energía tenía específicamente un nivel de voltaje, mas no la importancia de la	Este grupo rápidamente hizo asociación de la animación del circuito con el papel fundamental de las cargas eléctricas en la generación y conducción de energía eléctrica. En las prácticas se observa que hicieron un uso adecuado de los instrumentos de medida, ya que los valores diligenciados en las diferentes tablas eran correctos. Lograron resolver dos de los problemas de conexión de la sesión 4. Al momento	Ciencias Naturales: <ul style="list-style-type: none"> • Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. • Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas.

	<p>corriente eléctrica. Se observa que no habían tenido experiencias con elementos del circuito y tampoco conocían los instrumentos de medida. Sin embargo, si hacían la asociación del tema con el área de ciencias naturales.</p>	<p>de hacer uso de los instrumentos de medida en la práctica real, tuvieron éxito y lo hicieron correctamente. Lograron explicar correctamente el comportamiento del voltaje y la corriente en las dos configuraciones trabajadas, pese a ello, no completaron correctamente las frases que describían cualitativamente el comportamiento de las variables al modificar sus parámetros. Sustentaron correctamente la entrega final, cumpliendo los parámetros y condiciones de la entrega.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas. • Realizo mediciones con instrumentos convencionales. • Selecciono información que permite responder a mis preguntas. • Saco conclusiones de mis experimentos, aunque no obtenga los resultados esperados. • Persisto en la búsqueda de respuesta a mis preguntas. • Verifico la conducción de electricidad o calor en materiales. • Identifico las funciones de los componentes de un circuito eléctrico. • Identifico y establezco las aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico. <p>Matemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interpreto información presentada en tablas y gráficas. • Conjeturo y pongo a prueba predicciones acerca de la posibilidad de ocurrencia de eventos. • Analizo y explico relaciones de dependencia entre cantidades que varían en el tiempo con cierta regularidad en situaciones económicas, sociales y de las ciencias naturales.
3	<p>En la práctica preliminar de circuitos este grupo no tenía claridad frente al fenómeno que hacía posible el funcionamiento del circuito, no habían tenido experiencias previas con el manejo de componentes, herramientas, e instrumentos de laboratorio. Adicionalmente hacían relaciones</p>	<p>En las primeras sesiones se evidencia que encontraron relación entre la energía que produce la fuente y las variables voltaje y corriente. Sin embargo, al hacer las mediciones en la primera práctica se evidencia un mal uso de los instrumentos, había mediciones erróneas y consignaban datos de corriente en donde se debían consignar los de voltaje. Después de la segunda práctica con el simulador, se notó una mejoría en ese aspecto.</p>	<p>Tecnología e informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifico y doy ejemplos de artefactos que involucran en su funcionamiento tecnologías de la información. • Sigo las instrucciones de los manuales de productos tecnológicos. • Utilizo tecnologías de la información y la comunicación disponibles en mi entorno para el desarrollo de diversas actividades. • Describo productos tecnológicos mediante el uso de formas de representación tales como esquemas, dibujos y diagramas, entre otros.

	<p>erróneas sobre las condiciones de funcionalidad del circuito, por ejemplo, que “los cables deben estar templados” para que el circuito funcione. En general, había muchas confusiones y no establecían relaciones entre los elementos y las variables del circuito.</p>	<p>Se vio en el último ejercicio de medición que los valores consignados eran acordes a las características del circuito, no obstante, se observó que no entendían las relaciones entre las variables al modificar sus parámetros. Este grupo no logró solucionar ninguno de los problemas de conexión propuestos en la sesión 4. En la práctica real se vio que sus datos de medición consignados se encuentran bien diligenciados, lo cual indica un buen uso de los instrumentos de medida. Pese a ello, no lograron completar el cuadro comparativo que explicaba las características de funcionamiento de las variables eléctricas en las configuraciones trabajadas. Adicionalmente, solo lograron completar adecuadamente las frases que describían la relación entre el voltaje y la corriente, entendiendo que existe una relación directamente proporcional, pero les hizo falta profundizar más en las demás relaciones que existen entre variables. Por último, en la entrega de su proyecto se observa una buena ejecución de la maqueta y la conexión, cumpliendo con los parámetros y condiciones, sin embargo, no explicaron de forma fluida las características de su funcionamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y construyo soluciones tecnológicas utilizando maquetas y modelos. • Participo en discusiones que involucran predicciones sobre los posibles efectos relacionados con el uso o no de artefactos, procesos y productos tecnológicos en mi entorno y argumento mis planteamientos. <p>Ciencias Naturales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas. • Propongo explicaciones provisionales para responder mis preguntas. • Diseño y realizo experimentos modificando una sola variable para dar respuesta a preguntas. • Realizo mediciones con instrumentos convencionales. • Saco conclusiones de mis experimentos, aunque no obtenga los resultados esperados. • Identifico las funciones de los componentes de un circuito eléctrico. • Identifico y establezco las aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico. <p>Matemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conjeturo y pongo a prueba predicciones acerca de la posibilidad de ocurrencia de eventos. • Analizo y explico relaciones de dependencia entre cantidades que varían en el tiempo con cierta regularidad en situaciones económicas, sociales y de las ciencias naturales.
--	--	--	--

Capítulo 6

6 Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El estudio de circuitos eléctricos y sus variables, es una temática que nace desde el área de Tecnología e Informática y se integra con las Ciencias Naturales desde la comprensión del fenómeno de generación y conducción de energía eléctrica en un circuito, relacionado con el comportamiento de las partículas subatómicas presentes en los materiales conductores y en las fuentes generadoras de energía. También por la aproximación al conocimiento científico a partir de la observación, el cuestionamiento, la experimentación y la generación de posibles explicaciones a los fenómenos observados, que se logra en prácticas de laboratorio como las desarrolladas en esta investigación. En cuanto al área de Matemáticas, se logra integrar desde la formulación de problemas en situación de dependencia mediante la proporcionalidad entre variables, suponer y poner a prueba predicciones acerca de la ocurrencia de posibles eventos y la interpretación de información presentada en tablas.

La propuesta de aprendizaje desarrollada con los estudiantes de 4° grado, permitió fortalecer habilidades de pensamiento en la medida que logran utilizar tecnologías de la información y comunicación para desarrollar diversas actividades, proponer posibles soluciones para un problema e identificando cual es la más adecuada, diseñar modelos y maquetas que dan solución a problemas tecnológicos. A su vez, los estudiantes implícitamente generan actitudes científicas al formular preguntas, disertar acerca de las

posibles soluciones y resultados obtenidos con sus compañeros (argumentación). Sumado a ello, los estudiantes logran registrar la información en tablas y establecer relaciones de proporcionalidad, no obstante, presentan gran dificultad en plantear relaciones numéricas y algebraicas, motivo por el cual se hace necesario para futuras prácticas profundizar en elementos que permitan mejorar estas habilidades.

La práctica de laboratorio es una herramienta de aprendizaje eficaz para la consolidación del conocimiento. Mediante esta modalidad de trabajo, los estudiantes en la práctica simulada lograron reconocer elementos que no están al alcance en su cotidianidad, que nunca habían manipulado, e incluso aquellos estudiantes que no se sentían con la capacidad de manipular los instrumentos por miedo a generar algún daño o resultado no esperado, ganaran confianza. De este modo, fue de gran apoyo para el reconocimiento del funcionamiento de un circuito eléctrico.

A su vez, la práctica simulada sirve como complemento para el desarrollo de posteriores prácticas reales, debido a que familiariza a los estudiantes con los elementos del circuito, permitiendo contrastar resultados de la práctica simulada bajo condiciones ideales con la práctica real. Por otra parte, la práctica real permitió que los estudiantes se enfrentaran a la manipulación de herramientas y componentes del circuito, reconocer mejor las variables, recordar los aspectos ya trabajados y aplicarlos a una situación concreta para acercar al estudiante a la comprensión del fenómeno. Es importante señalar, que esta fase generó gran motivación en los estudiantes quienes manifestaron que les hubiese gustado hacer más prácticas reales que simuladas.

La planeación de las actividades y su ejecución no es un proceso rígido, si bien existe una proyección de las sesiones y prácticas que se van a desarrollar, estas se deben recrear acorde a las dinámicas y necesidades del grupo de estudiantes a medida que se avanza en las sesiones de la secuencia didáctica. De allí, la importancia de realizar una actividad de reconocimiento preliminar para que el docente identifique las nociones conceptuales, actitudinales y procedimentales previas presentes en los estudiantes. De este modo formular y reformular clase a clase las prácticas dependiendo de los resultados obtenidos en cada una de ellas.

El trabajo colaborativo implementado en el aula de clase para el desarrollo de las prácticas de laboratorio, permite hacer un proceso natural de retroalimentación en la medida que los estudiantes dialogan en un ambiente cotidiano, permitiéndoles expresar ideas a aquellos

estudiantes que, en momentos, por temor o pena no participan abiertamente en clase, mientras que al trabajar en grupo lo hacen activamente. Este tipo de actitudes son algunas de las que busca desarrollar el ABP en la medida que entre los mismos estudiantes se apoyan colaborativamente para consolidar el aprendizaje. No obstante, se debe aclarar frente a este último aspecto que, existen situaciones dentro del aula de clase en las que a algunos estudiantes se les confiere un liderazgo bien sea por su desempeño académico o porque se manifiesta una relación de autoridad con sus compañeros, lo cual dificulta que la disertación entre los estudiantes sea equitativa.

Existen algunas percepciones por parte del docente sobre el proceso investigativo, una de ellas es reconocer la importancia de las actividades prácticas en el proceso educativo, debido a que generan motivación en los estudiantes, fortalecen habilidades procedimentales respecto al manejo de herramientas de laboratorio y generan disposición para el aprendizaje, en la medida en que dichas actividades tengan relación con situaciones cotidianas para los estudiantes.

Sumado a ello, aunque normalmente la temática de análisis de circuitos es orientada a estudiantes de niveles superiores, se debe tener en cuenta que es uno de los desempeños para ciclo II en el área de Ciencias Naturales y Tecnología según los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional. Pese a ello, no son aplicados a este ciclo ya que las clases se orientan a otras temáticas, identificando que existen limitantes por parte de docentes y padres de familia que tienden a subestimar las capacidades de los estudiantes. Es así como este proceso permite visibilizar que los estudiantes de grado 4° poseen muchas habilidades para enfrentarse al desarrollo de esta temática, las cuales se considera, deben ser promovidas desde esta etapa escolar con el fin de generar mayor afinidad hacia el estudio de las ciencias.

Por último, se identifica una gran afectación en asignaturas como la de Tecnología e informática, al asignar una baja intensidad horaria en la institución. Ya que, según la experiencia del docente investigador, los estudiantes indirectamente priorizan unas asignaturas sobre otras al pensar que al tener mayor intensidad son más importantes. De allí, la intención de este trabajo en articular asignaturas afines y ver el conocimiento desde una construcción interdisciplinar, en la que deberían estar involucrados los docentes que orientan dichas asignaturas.

6.2 Recomendaciones

Para futuras investigaciones que pretendan generar trabajo de tipo interdisciplinar, se sugiere la vinculación de los docentes que orientan las áreas de conocimiento afines, lo cual requiere de voluntad y disposición por parte de estos, para lograr una transversalidad de contenidos, así como, contenidos de áreas como Humanidades y Ciencias Sociales.

De igual forma se observó que se debe profundizar en el planteamiento de una estrategia que permita a los estudiantes integrar más desempeños y habilidades de pensamiento lógico matemático que, aunque se presentan en los lineamientos para este nivel en la asignatura y se visibilizan intrínsecamente en la temática desarrollada, se hubiesen podido obtener mejores resultados en este aspecto.

Se recomienda vincular a la secuencia didáctica un mayor espacio para el desarrollo de prácticas experimentales reales, ya que los estudiantes se vieron más motivados al realizar las actividades que implicaban la manipulación de herramientas e instrumentos de laboratorio, que generalmente utilizan los adultos en su cotidianidad y que no se les permite ser usados por precaución o temor a una mala manipulación. Además, las prácticas reales les permitió contrastar los resultados obtenidos en las simulaciones con los que se presentaron en la realidad.

Los estudiantes del nivel de escolaridad en el cual se aplicó esta investigación, tienen las habilidades para el desarrollo de prácticas de laboratorio que abordan temáticas que tienden a considerarse para un nivel superior. No obstante, en el desarrollo de la propuesta se evidencia predisposición de docentes y padres, quienes presumen que los estudiantes no tienen capacidades para enfrentarse a estas temáticas. Es por ello, que no se deben subestimar dichas capacidades y, por el contrario, se debe incentivar el desarrollo de este tipo de actividades.

Es necesario identificar los tipos de liderazgos que se generan en el aula de clase entre los estudiantes, para hacer del trabajo grupal y colaborativo una interacción ecuánime y se posibilite la participación de todos los estudiantes.

Por último, se espera que esta investigación luego de ser socializada, sirva de precedente en el colegio para que la temática análisis de circuitos se aborde en la asignatura y genere elementos integradores hacia otros campos del conocimiento.

7 Anexos

Anexo 1: Práctica preliminar de circuitos eléctricos



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PRÁCTICA PRELIMINAR DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS – CICLO II (4º)

Nombres: _____ **Curso:** _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Identificar los conceptos previos en tecnología, matemáticas y física, existentes en los estudiantes de 4º de primaria del Colegio Arborizadora Baja IED a partir de las siguientes prácticas de laboratorio (real y simulada).

A continuación, encontrará diferentes prácticas de laboratorio acerca de circuitos eléctricos, las cuales deberá analizar de acuerdo a su descripción. Las prácticas están distribuidas en diferentes estaciones dentro del salón de clase y estarán identificadas con un número. **Lea detenidamente las instrucciones** descritas en cada una de las estaciones y responda las preguntas de acuerdo a la problemática señalada en cada práctica. El tiempo asignado para cada práctica en cada estación es de 20 minutos.

Estación 1: En esta estación encontrarán un circuito sencillo: consta de una fuente de voltaje, un interruptor, un bombillo y cables conductores (figura 1).

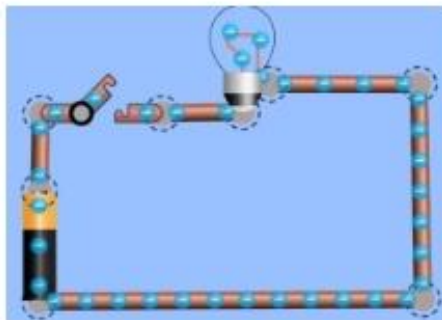


Figura 1: Circuito simple 1 elaborado en la plataforma PhET.

Siga los siguientes pasos para realizar el ejercicio:

- Conecte la fuente de voltaje del circuito (imagen 1) a la toma corriente.
- Active el interruptor del circuito y observe que sucede.



Imagen 1: Fuente de voltaje.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- a) Describa lo sucedido en el siguiente espacio: _____

- b) Según su criterio ¿cuál es la falla y cuál sería una posible solución para el problema?: _____

- c) Manipule cuidadosamente el circuito y trate de hacerlo funcionar, después escriba si lo logró. De ser así, describa cual fue el fallo identificado y si este coincide con lo descrito en el punto b): _____

Estación 2: En esta estación encontrará un circuito con más elementos: consta de una fuente de voltaje, un interruptor, tres bombillos y cables conductores, conectado de la siguiente manera (figura 2).

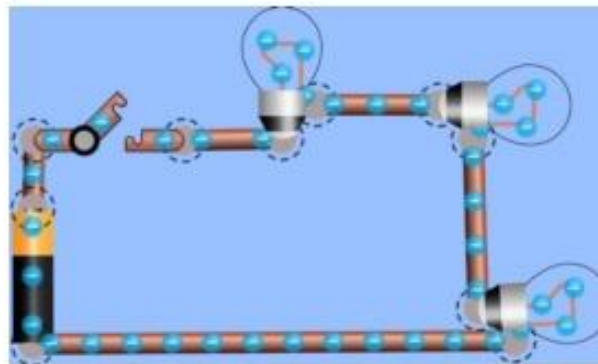


Figura 2: Circuito 2 elaborado en la plataforma PhET.

Antes de manipular el circuito responda las siguientes preguntas:

- a) ¿Sabe cómo se llama este tipo de configuración? Si ____ No _____. Si respondió afirmativamente (Si) diga cuál es el nombre de la configuración: _____
- b) Si se desconecta uno de los 3 bombillos ¿qué cree que sucederá?: _____

- c) ¿Todos los bombillos funcionarán igual? Si ____ No _____. Si respondió negativamente (No), explique qué cree que sucederá: _____

Ahora siga los siguientes pasos para realizar el ejercicio:

- Conecte la fuente de voltaje del circuito (imagen 1) a la toma corriente.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- Active el interruptor del circuito y observe que sucede.
- d) Después de manipular el circuito y observar su funcionamiento, describa que sucede en cada bombillo e identifique cuales fueron las diferencias con su percepción inicial, descrita en los puntos b y c (para el punto b desconecte un bombillo y observe lo que sucede) de esta estación (2): _____
- _____
- _____
- e) ¿Qué cree que sucedería si se conectaran en cambio de tres, cuatro bombillos de manera similar? Describa cómo sería el funcionamiento del cuarto bombillo: _____
- _____
- _____

Estación 3: En esta estación encontrará un circuito con los mismos elementos que el de la estación 2: consta de una fuente de voltaje, un interruptor, tres bombillos y cables conductores. Conectado de la siguiente manera (figura 3).

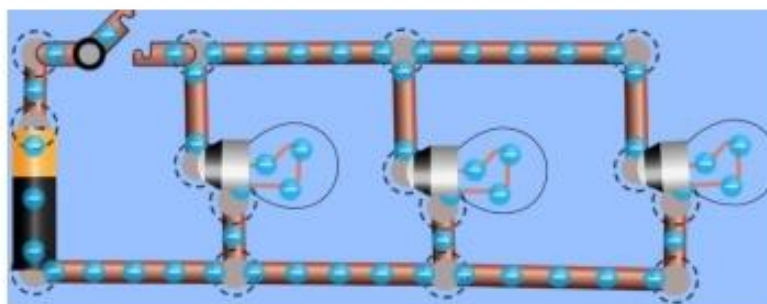


Figura 3: Circuito 3 elaborado en la plataforma PhET.

Antes de manipular el circuito responda las siguientes preguntas:

- a) ¿Sabe cómo se llama este tipo de configuración? Si ____ No _____. Si respondió afirmativamente (Si) diga cuál es el nombre de la configuración: _____
- b) Si se desconecta uno de los 3 bombillos ¿qué cree que sucederá?: _____
- _____
- c) ¿Todos los bombillos funcionarán igual? Si ____ No _____. Si respondió negativamente (No), explique qué cree que sucederá: _____
- _____
- _____

Ahora siga los siguientes pasos para realizar el ejercicio:

- Conecte la fuente de voltaje del circuito (imagen 1) a la toma corriente.
- Active el interruptor del circuito y observe que sucede.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- d) Después de poner en funcionamiento el circuito y observar su comportamiento, describa lo que sucede en cada bombillo e identifique cuáles fueron las diferencias con su percepción inicial, descrita en los puntos b y c (para el punto b desconecte un bombillo y observe lo que sucede) de esta estación (3): _____

- e) ¿Qué cree que sucedería si se conectaran en cambio de tres, cuatro bombillos de manera similar? Describa cómo sería el funcionamiento de los nuevos bombillos: _____

Estación 4: En esta estación encontrará una simulación de un circuito sencillo: consta de una fuente de voltaje, un interruptor, un bombillo y cables conductores. Adicionalmente se encuentran dos instrumentos de medida para identificar las variables del circuito, está conectado de la siguiente manera (figura 4).

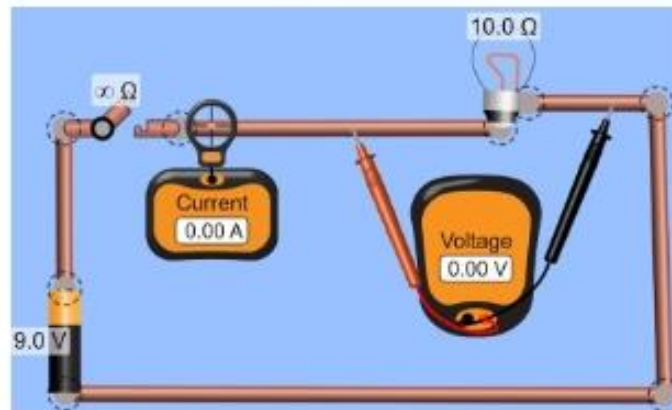


Figura 4: Circuito 4 elaborado en la plataforma PhET.

Antes de manipular el circuito responda las siguientes preguntas:

- a) ¿Reconoce las variables que muestran los instrumentos de medida? Si ____ No _____. Si respondió afirmativamente (Si) diga cuál o cuáles son los nombres de las variables: _____

Ahora siga los siguientes pasos para realizar el ejercicio:

- Cierre el interruptor del circuito y observe que sucede.
- b) Después de manipular el circuito y observar su funcionamiento, describa qué sucede en cada uno de los instrumentos: _____



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- Haga un clic en la fuente de voltaje (batería) y varíe el voltaje, observe que pasa. Repita el procedimiento varias veces con diferentes voltajes.
- c) Describa lo que sucedió en cada uno de los instrumentos de medida: _____

- Haga un clic en el bombillo y varíe el valor indicado, observe que pasa. Repita el procedimiento varias veces.
- d) Describa lo que sucedió en cada uno de los instrumentos de medida: _____

- e) Después de observar lo que sucedió al variar los valores de la batería y del bombillo, cree que tienen alguna relación: _____

- f) Según su experiencia ¿cree que se puede explicar el fenómeno evidenciado en la simulación a partir de alguna de las asignaturas que cursa en el colegio? Describa cómo se podría explicar. _____

Por último, haga un comentario breve acerca de la impresión que le deja realizar esta práctica, si le gustaría aprender más sobre el tema y si espera realizar más prácticas como esta en las siguientes sesiones de clase, o si por el contrario es un tema poco interesante: _____

Anexo 2: Práctica de circuitos en configuración serie



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PRÁCTICA DE CIRCUITOS EN CONFIGURACIÓN SERIE – CICLO II (4º)

Nombres: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Objetivo: Identificar las características de conexión y el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) de un circuito configurado en serie por medio del desarrollo de una práctica de laboratorio simulada.

Materiales: Ordenador con acceso a internet

A continuación, encontrará una práctica de laboratorio simulada la cual deberá ejecutar siguiendo los pasos que se presentarán. **Lea detenidamente las instrucciones** descritas en cada una de los pasos a seguir y complete la información solicitada. Para los pasos 1, 2 y 3 dispondrá de 1 hora, tiempo suficiente estimado para recolectar la información.

Nota:

- Debe realizar este taller en grupos de 2 personas.
- Durante el desarrollo de las simulaciones no varíe ningún valor de los elementos del circuito.

Antes de iniciar debe ingresar a la plataforma PhET, siga las instrucciones:

1. Encienda el ordenador.
2. Abra el navegador (Preferiblemente Google Chrome).
3. Escriba la dirección <https://phet.colorado.edu> en el buscador.
4. Vaya a la pestaña **SIMULACIONES** y luego **HTML5**.
5. Por último, busque y abra la simulación llamada "circuito construcción kit".

Paso 1:

- a) Realice la siguiente conexión, para ello necesitará: una fuente de voltaje, un interruptor, cables y un bombillo (figura 1).

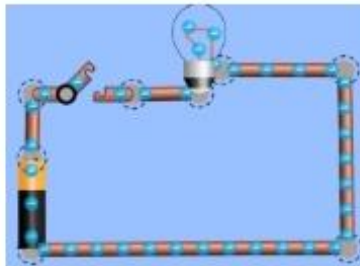


Figura 1: Circuito con un bombillo elaborado en la plataforma PhET.

- b) Cierre el interruptor.
- c) Describa lo sucedido al cerrar el interruptor, en el siguiente espacio: _____



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- d) Siga las indicaciones de uso del instrumento de medida que dará el docente y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente siga las instrucciones del docente y mida corriente. Posteriormente consigne los valores indicados por el instrumento en el siguiente cuadro:

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:		Bombillo 1:	
Bombillo 1:			

Paso 2: Realice la siguiente conexión. Para ello necesitará: una fuente de voltaje, dos bombillos y cable (figura 2).

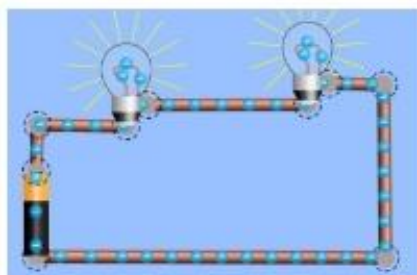


Figura 2: Circuito 2 elaborado en la plataforma PhET.

- a) Cierre el interruptor.
- b) Siga las indicaciones de uso del instrumento de medida que dará el docente y realice la medición de voltaje en la fuente y en los bombillos conectados, igualmente siga las instrucciones del docente y mida corriente, posteriormente consigne los valores indicados por el instrumento en el siguiente cuadro:

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:		Bombillo 1:	
Bombillo 1:		Bombillo 2:	
Bombillo 2:			

Paso 3: Realice la siguiente conexión. Para ello necesitará: una fuente de voltaje, tres bombillos y cables (figura 3).

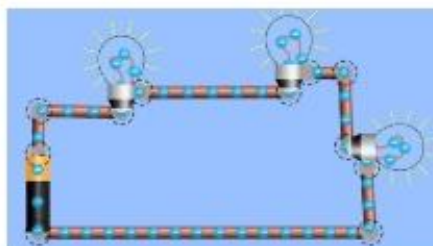


Figura 3: Circuito 3 elaborado en la plataforma PhET.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- Cierre el interruptor.
- Siga las indicaciones de uso del instrumento de medida que dará el docente y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente siga las instrucciones del docente y mida corriente. Posteriormente consigne los valores indicados por el instrumento en el siguiente cuadro:

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:		Bombillo 1:	
Bombillo 1:		Bombillo 2:	
Bombillo 2:		Bombillo 3:	
Bombillo 3:			

Paso 4 (Análisis): En este momento de la clase se dará espacio para un conversatorio grupal y así contemplar la experiencia de cada uno en la toma de datos y tener más argumentos a la hora de recolectar la información. Después de haber tomado las mediciones en cada una de las conexiones, compare los resultados obtenidos en cada uno de los circuitos, participe activamente y conteste las siguientes preguntas.

- ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el amperímetro (instrumento para medir corriente) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el voltímetro (instrumento para medir voltaje) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- ¿Cree que existe alguna relación entre el voltaje de la fuente (batería) y los valores de voltaje medidos en cada uno de los bombillos según el circuito? Explique su respuesta.

Paso 5: Construya nuevamente el circuito de la figura 1 (el que solo tiene un bombillo). Después de haber contestado las anteriores preguntas, y tener un poco más claro el comportamiento de la corriente y el voltaje, realice el siguiente procedimiento.

- Cierre el interruptor.
- Haga un clic en el bombillo.

- Disminuya el valor que aparece originalmente a la mitad y describa que sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro: _____
- Aumente el valor que aparece originalmente al doble y describa que sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro: _____
- ¿Por qué razón cree que se presenta este fenómeno? Explique su respuesta.

Jován Reyes
 Doc. Tecnología e Informática



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- ¿Se puede asociar el fenómeno evidenciado con alguna operación aritmética básica (+, -, x, ÷)? ¿Cuál sería esa operación? Responda en el siguiente espacio: _____
- c) Ahora restablezca el valor de la resistencia al establecido originalmente y haga clic en la fuente de voltaje (batería).
- Disminuya el valor que aparece originalmente a la mitad y describa que sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro: _____
 - Aumente el valor que aparece originalmente al doble y describa que sucedió con el valor de la corriente mostrada en el amperímetro: _____
 - ¿Se puede asociar el fenómeno evidenciado con alguna operación aritmética básica (+, -, x, ÷)? ¿Cuál sería esa operación? Responda en el siguiente espacio: _____
 - ¿Por qué razón cree que se presenta este fenómeno? Explique su respuesta.

Por último, haga un comentario breve acerca de la impresión que le deja realizar esta práctica, escriba que fue lo que más le gustó y si agregaría algo más. Además, si le gustaría seguir aprendiendo sobre este tema: _____

Anexo 3: Práctica de circuitos en configuración paralelo



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PRÁCTICA DE CIRCUITOS EN CONFIGURACIÓN PARALELO – CICLO II (4º)

Nombres: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Objetivo: Identificar las características de conexión y el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) de un circuito configurado en paralelo por medio del desarrollo de una práctica de laboratorio simulada.

Materiales: Guía de trabajo, ordenador con acceso a internet

A continuación, encontrará una práctica de laboratorio por computador, la cual deberá ejecutar siguiendo los pasos que se presentan. **Lea detenidamente las instrucciones antes de comenzar, pregunte a su profesor si tiene alguna duda (no importa cuál sea), posteriormente inicie la práctica cuando se le indique y complete la información solicitada.** Para los pasos 1, 2 y 3 dispondrá de 40 minutos. El cual es un tiempo suficiente estimado para recolectar la información solicitada.

Nota:

- Debe realizar este taller en grupos de 2 personas.
- Durante el desarrollo de las simulaciones, no varíe ningún valor de los elementos del circuito, a menos que se le indique.

Antes de iniciar debe ingresar a la plataforma PhET, siga las instrucciones:

1. Encienda el ordenador.
2. Abra el navegador (Preferiblemente Google Chrome).
3. Escriba la dirección <https://phet.colorado.edu> en el buscador.
4. Vaya a la pestaña **SIMULACIONES** y luego **HTML5**.
5. Por último, busque y abra la simulación llamada "circuito construcción kit".

Paso 1:

- a) Realice la siguiente conexión, para ello necesitará: una fuente de voltaje (battery), un interruptor (switch), cables (wires) y un bombillo (light bulb) (figura 1).

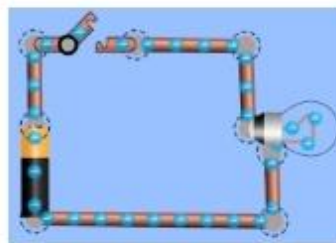


Figura 1: Circuito con un bombillo elaborado en la plataforma PhET.

- a) Ajuste la fuente de voltaje a 12v.
- b) Cierre el interruptor.
- c) Describa lo sucedido al cerrar el interruptor, en el siguiente espacio: _____



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- d) Recordando lo hecho en la sesión pasada, use el voltímetro y realice la medición de voltaje en la fuente y en los bombillos conectados, igualmente mida corriente usando el amperímetro. Consigne los valores indicados en el siguiente cuadro:

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:			
Bombillo 1:		Bombillo 1:	

Paso 2: Realice la siguiente conexión, para ello necesitará: una fuente de voltaje (battery), dos bombillos (bulb light), un interruptor (switch) y cable (wires) (figura 2).

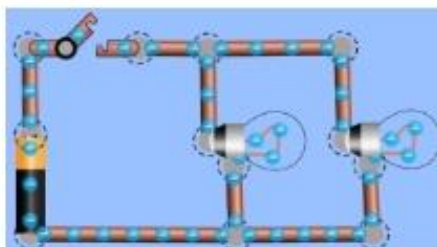


Figura 2: Circuito 2 elaborado en la plataforma PhET.

- a) Ajuste la fuente de voltaje a 12v.
 b) Cierre el interruptor.
 c) Recordando lo hecho en la sesión pasada, use el voltímetro y realice la medición de voltaje en la fuente y en el bombillo conectado, igualmente mida corriente usando el amperímetro. Consigne los valores indicados en el siguiente cuadro:

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:			
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	

Paso 3: Realice la siguiente conexión, para ello necesitará una fuente de voltaje (battery), tres bombillos (light bulb), un interruptor (switch) y cables (wires) (figura 3).

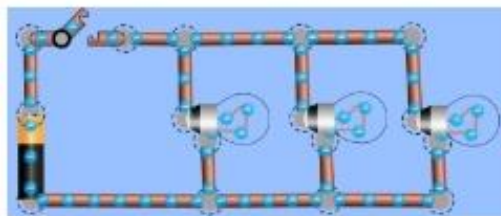


Figura 3: Circuito 3 elaborado en la plataforma PhET.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- Ajuste la fuente de voltaje a 12v.
- Cierre el interruptor.
- Recordando lo hecho en la sesión pasada, use el voltímetro y realice la medición de voltaje en la fuente y en los bombillos conectados, igualmente mida corriente usando el amperímetro. Consigne los valores indicados en el siguiente cuadro:

VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente de voltaje:			
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:	

Paso 4 (Análisis): En este momento de la clase se dará espacio para un conversatorio grupal y así contemplar la experiencia de cada uno en la toma de datos y tener más argumentos a la hora de hacer el análisis. Después de haber tomado las mediciones en cada una de las conexiones compare los resultados obtenidos, participe activamente y conteste las siguientes preguntas.

- ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el amperímetro (**instrumento para medir corriente**) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- ¿Existe alguna diferencia en el valor indicado por el voltímetro (**instrumento para medir voltaje**) en cada una de las mediciones y cada vez que se agrega un bombillo nuevo a la conexión? Explique su respuesta.

- Recuerda el comportamiento que tenía el voltaje en los circuitos de la clase anterior ¿cree que existe alguna similitud con respecto al tipo de circuito trabajado durante esta? Explique su respuesta.

Paso 5: Teniendo en cuenta las características de comportamiento del voltaje y corriente para la configuración en paralelo y la configuración en serie (desarrollado en el laboratorio de la sesión anterior), complete la siguiente información.

- Complete el siguiente cuadro:

VARIABLE ELÉCTRICA	CONFIGURACIÓN EN CIRCUITO SERIE (Taller desarrollado en la sesión anterior)	CONFIGURACIÓN EN CIRCUITO PARALELO
Describe con sus propias palabras como se comporta el voltaje en cada una de las configuraciones.		
Describe con sus propias palabras como se comporta la corriente en cada una de las configuraciones.		

- Ahora construya otro un circuito serie con tres bombillos debajo del circuito actual (figura 4) y observe lo que sucede.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002

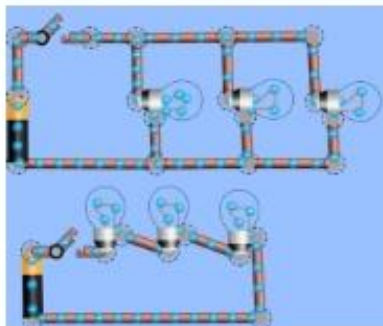


Figura 3: Circuito 3 elaborado en la plataforma PhET.

- Ajuste la fuente de voltaje de ambos circuitos a 12v.
- Cierre los interruptores.
- ¿Qué características de funcionamiento se pueden evidenciar en cada uno de los circuitos?
- ¿Por qué razón cree que se presenta el fenómeno anterior? Explique su respuesta.
- Imagine que usted va a hacer una maqueta en la cual se diseñan las conexiones para una casa en donde hay tres habitaciones, una sala, una cocina y un baño. ¿Qué tipo de conexión entre los diferentes bombillos de cada habitación usaría para hacer la instalación (serie o paralelo)? Explique su respuesta.

Por último, haga un comentario breve acerca de la impresión que le deja realizar esta práctica, escriba que fue lo que más le gustó y si agregaría algo más. Además, si le gustaría seguir aprendiendo sobre este tema:

Anexo 4: Problemas de conexión



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PRÁCTICA DE CIRCUITOS – PROBLEMAS DE CONEXIÓN – CICLO II (4º)

Nombres: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Objetivo: Identificar las características de conexión y el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) de circuitos configurados en serie y paralelo por medio de la solución de problemas de conexión con bombillos e interruptores los cuales deben diseñar, simular y posteriormente implementar en físico.

Materiales: Guía de trabajo, ordenador con acceso a internet, bombillos, rosetas, interruptores, cable caimán, fuentes de voltaje.

A continuación, encontrará algunos problemas de conexión de circuitos eléctricos con interruptores y bombillos, los cuales debe solucionar. En un primer momento se solucionarán con ayuda de un simulador, y posteriormente debe hacer las conexiones en físico. **Lea detenidamente las instrucciones** descritas en cada una de los pasos a seguir y complete la información solicitada.

Nota:

- Debe diligenciar este taller en grupos de 2 personas, pero las conexiones reales en grupos de 4 personas.
- Durante el desarrollo de las simulaciones, no varíe ningún valor de los elementos del circuito a menos que se le indique.
- Preste **mucha atención** a la explicación que dará el docente acerca del uso del multímetro para que pueda realizar sus mediciones con éxito.

Antes de iniciar debe ingresar a la plataforma PhET, siga las instrucciones:

1. Encienda el ordenador.
2. Abra el navegador (Preferiblemente Google Chrome).
3. Escriba la dirección <https://phet.colorado.edu> en el buscador.
4. Vaya a la pestaña **SIMULACIONES** y luego **HTML5**.
5. Por último, busque y abra la simulación llamada "circuito construcción kit".

Paso 1:

a) Piense en los siguientes problemas de conexión de circuitos:

1. Se tienen 3 bombillos, 4 interruptores, una fuente de voltaje y cables, y se debe hacer la conexión de un circuito configurado en paralelo, en el cual se pueda activar y desactivar cada uno de los bombillos por separado, es decir, que cada bombillo tenga su interruptor. Además, debe haber un interruptor que sirva para activar o desactivar todos los bombillos ¿Cómo haría la conexión?

Debe pensar en una solución al problema descrito anteriormente y hacer un diagrama (dibujo) de la conexión propuesta (cuadro 1), después debe probar la conexión del diagrama en el simulador PhET. Si no funciona haga un nuevo dibujo corrigiendo lo que crea que no es correcto, pruébela de nuevo en el simulador PhET. Puede intentar máximo tres veces. Si no lo logra, pregunte a su profesor que fue lo que pasó y después de hablar con él haga un último intento, piense con sus compañeros en lo que pudo haber pasado para que no le funcionara en los intentos anteriores.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEE: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



Dibujos de conexiones		
Dibujo de la propuesta de conexión 1	Dibujo de la propuesta de conexión 2	Dibujo de la propuesta de conexión 3
¿Funciona? Explique lo sucedido	¿Funciona? Explique lo sucedido	¿Funciona? Explique lo sucedido

Cuadro 1: Diseño y simulación del circuito 1.

- Se tienen 3 bombillos, 4 interruptores, una fuente de voltaje y cables, se debe hacer la conexión de un circuito configurado en serie, en el cual se pueda activar y desactivar cada uno de los bombillos por separado, es decir, que cada bombillo tenga su interruptor. Además, debe haber un interruptor que sirva para activar o desactivar todos los bombillos. ¿Cómo haría la conexión?

Debe pensar en una solución al problema descrito anteriormente y hacer un diagrama (dibujo) de la conexión propuesta (cuadro 2), después debe probar la conexión del diagrama en una nueva página (sin borrar el circuito anterior) del simulador PhET. Si no funciona haga un nuevo dibujo corrigiendo lo que crea que no es correcto, pruébela de nuevo en el simulador PhET. Puede intentar máximo tres veces. Si no lo logra, pregunte a su profesor que fue lo que pasó y después de hablar con él haga un último intento, piense con sus compañeros en lo que pudo haber pasado para que no le funcionara en los intentos anteriores.

Dibujos de conexiones		
Dibujo de la propuesta de conexión 1	Dibujo de la propuesta de conexión 2	Dibujo de la propuesta de conexión 3
¿Funciona? Explique lo sucedido	¿Funciona? Explique lo sucedido	¿Funciona? Explique lo sucedido



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



--	--	--

Cuadro 2: Diseño y simulación del circuito 2.

3. Se tienen 3 bombillos, 1 interruptor, una fuente de voltaje y cables, se debe hacer la conexión de un circuito en el cual se hayan 1 bombillo que tenga mayor intensidad de luz que los otros dos y se pueda activar y desactivar todo el circuito con un solo interruptor ¿Cómo haría la conexión?

Debe pensar en una solución al problema descrito anteriormente y hacer un diagrama (dibujo) de la conexión propuesta (cuadro 3), después debe probar la conexión del diagrama en una nueva página (sin borrar el circuito anterior) del simulador PhET. Si no funciona haga un nuevo dibujo corrigiendo lo que crea que no es correcto, pruébela de nuevo en el simulador PhET. Puede intentar máximo tres veces. Si no lo logra, pregunte a su profesor que fue lo que pasó y después de hablar con él haga un último intento, piense con sus compañeros en lo que pudo haber pasado para que no le funcionara en los intentos anteriores.

Dibujos de conexiones		
Dibujo de la propuesta de conexión 1	Dibujo de la propuesta de conexión 2	Dibujo de la propuesta de conexión 3
¿Funciona? Explique lo sucedido	¿Funciona? Explique lo sucedido	¿Funciona? Explique lo sucedido

Cuadro 3: Diseño y simulación del circuito 3.

4. En el último circuito mida corriente y voltaje como le indique su profesor.



COLEGIO ARBORESCENCIA B.A. IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



Paso 2 (implementación): Después de haber realizado las simulaciones debe hacer la conexión real de los circuitos 1 y 2 en grupos de 4 personas. Siga atentamente las instrucciones sobre el uso del multímetro para hacer la medición de voltaje y corriente y complete la siguiente tabla (tabla 1).

CIRCUITO 1				CIRCUITO 2			
VOLTAJE		CORRIENTE		VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente:		-	-	Fuente:		-	-
Bombillo 1:		Bombillo 1:		Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:		Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:		Bombillo 3:		Bombillo 3:	

Tabla 1: Datos de medición.

Paso 3 (Análisis): En este momento de la clase se dará espacio para un conversatorio grupal y así contemplar la experiencia de cada uno en la toma de datos para tener más argumentos a la hora de recolectar la información. Después de haber hecho las mediciones en cada una de las conexiones, compare los resultados obtenidos en cada uno de los circuitos, participe activamente y conteste las siguientes preguntas.

- a) ¿Identifica alguna diferencia entre los circuitos simulados y la implementación de los circuitos reales? Explique su respuesta.

- b) ¿Se pueden evidenciar las características de comportamiento del voltaje y corriente en cada uno de las conexiones implementadas (serie y paralelo)? Explique su respuesta.

- c) ¿Cree que con las practicas desarrolladas hasta el momento está en la capacidad de realizar una maqueta con una conexión similar a las vistas el día de hoy? Explique su respuesta.

Por último, haga un comentario breve acerca de la impresión que le deja realizar esta práctica, escriba que fue lo que más le gusto y si quisiera aprender algo más:

¿Tiene alguna expectativa respecto a los problemas que comentó el profesor desde el comienzo de las clases?

Anexo 5: Elementos matemáticos



COLEGIO ARBOZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PRÁCTICA DE CIRCUITOS – ELEMENTOS MATEMÁTICOS – CICLO II (4º)

Nombres: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Objetivo: Identificar la relación matemática existente entre las variables eléctricas (voltaje, corriente y resistencia) en circuitos eléctricos por medio de la modificación de dichas variables en una simulación por computador.

Materiales: Guía de trabajo, ordenador con acceso a internet, bombillos, rosetas, interruptores, cables caimán, fuente de voltaje y cable.

A continuación, encontrará algunos problemas que deberá analizar para poder determinar la relación matemática que existe entre las diferentes variables eléctricas. Para ello, se realizarán algunas simulaciones en el computador con fuentes de voltaje, interruptores y bombillos. Los cuales debe analizar para poder sacar conclusiones.

Nota: A partir del trabajo que hicimos la semana pasada

- La construcción real de los circuitos, debe hacerla en grupos de 4 personas y las simulaciones en grupos de 2 personas.
- Durante el desarrollo de las simulaciones, varíe el valor de los elementos del circuito de acuerdo con los valores de los elementos que tiene.
- Preste **mucha atención** a la explicación que dará el docente acerca del uso del multímetro, para que pueda realizar sus mediciones con éxito.

Antes de iniciar debe ingresar a la plataforma PhET, siga las instrucciones:

1. Encienda el ordenador.
2. Abra el navegador (Preferiblemente Google Chrome).
3. Escriba la dirección <https://phet.colorado.edu> en el buscador.
4. Vaya a la pestaña **SIMULACIONES** y luego **HTML5**.
5. Por último, busque y abra la simulación llamada "circuit construction kit".

Paso 1:

- a) Haga la conexión real del circuito 1 (figura 1), siga atentamente las instrucciones sobre el uso del multímetro para hacer la medición de voltaje y corriente.

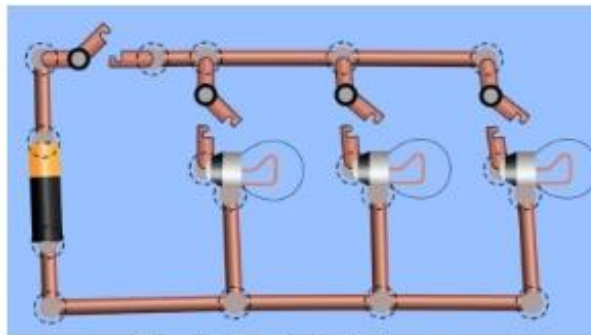


Figura 1: Conexión circuito 1.

Jován Reyes
 Doc. Tecnología e Informática



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- b) Identifique cual es la configuración del circuito, posteriormente haga las mediciones de voltaje y corriente de cada uno de los elementos y consigne los valores en la siguiente tabla.

CIRCUITO 1 (Que tipo de circuito es) _____			
VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente:		Total:	
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:	

Tabla 1: Datos de medición.

Paso 2:

- a) Haga la conexión real del circuito 2 (figura 2), siga atentamente las instrucciones sobre el uso del multímetro para hacer la medición de voltaje y corriente.

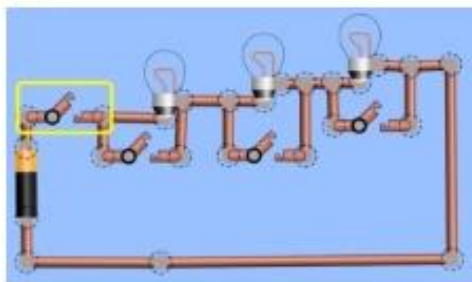


Figura 2: Conexión circuito 2.

- b) Identifique cual es la configuración del circuito, posteriormente haga las mediciones de voltaje y corriente de cada uno de los elementos y consigne los valores en la siguiente tabla.

CIRCUITO 2 (Que tipo de circuito es) _____			
VOLTAJE		CORRIENTE	
Fuente:		Total:	
Bombillo 1:		Bombillo 1:	
Bombillo 2:		Bombillo 2:	
Bombillo 3:		Bombillo 3:	

Tabla 2: Datos de medición.

Paso 3 (Análisis): En este momento de la clase se dará espacio para un conversatorio grupal y así contemplar la experiencia de cada uno en la toma de datos, para tener más argumentos a la hora de recolectar información. Después de haber hecho las mediciones en cada una de las conexiones, compare los resultados obtenidos en cada uno de los circuitos, participe activamente y llene el siguiente cuadro.

TIPO DE CONFIGURACIÓN	COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES	
	VOLTAJE	CORRIENTE
SERIE		



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PARALELO		
-----------------	--	--

Cuadro 1: características de los circuitos.

Paso 4: Ahora vamos a variar el voltaje, la corriente y la resistencia de un circuito con un solo bombillo para identificar el comportamiento de las variables eléctricas (voltaje corriente y resistencia). Posteriormente se deben contestar algunas preguntas.

- a) Construya en el simulador el siguiente circuito (figura 2). Para ello necesitara de un bombillo, cable y una fuente de voltaje.

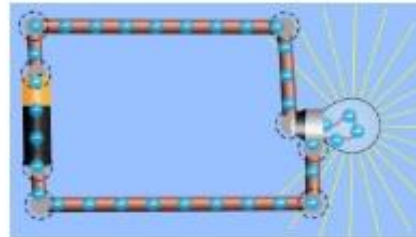


Figura 3: Circuito sencillo.

- b) Conecte los instrumentos de medida (voltímetro y amperímetro) para medir el bombillo, active la opción "values" en el simulador para que pueda apreciar los valores de voltaje y resistencia, ahora haga la siguiente secuencia.
- Varie únicamente el valor de la fuente de voltaje, aumentando o disminuyendo cuantas veces quiera y explique qué pasa con:
 La corriente: _____
 La resistencia (valor del bombillo): _____
 Reestablezca el valor de la fuente al original (9v).
 - Varie únicamente el valor de la resistencia (valor del bombillo) aumentando o disminuyendo cuantas veces quiera y explique qué pasa con:
 El voltaje: _____
 La corriente: _____
 - Complete la siguiente frase: Teniendo en cuenta que, si se aumenta el voltaje, la corriente _____, y si disminuyo el voltaje la corriente _____, se puede afirmar que existe una relación (directa/ inversa) _____ y que si (existe/no existe) _____ una de las variables la otra tampoco.
 - Complete la siguiente frase: Teniendo en cuenta que, si se aumenta el valor de la resistencia, la corriente _____, y si disminuyo el valor de la resistencia la corriente _____, se puede afirmar que existe una relación (directa/ inversa) _____ entre ambas variables.



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
 PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
 NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
 Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



- c) Después de haber hecho el análisis de las variables en el circuito de la figura 3, busque y abra la aplicación "Ley de Ohm" en la plataforma PhET (si no la encuentra siga las indicaciones que le dará el docente. Posteriormente haga lo siguiente.

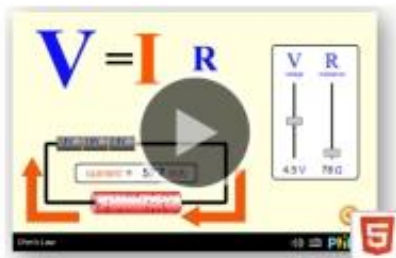


Figura 4: Simulador "Ley de Ohm".

- d) Varíe los valores de voltaje (V), corriente (I) y resistencia (R) en la aplicación y observe detalladamente lo que sucede, posteriormente complete las siguientes oraciones:
- Si el voltaje aumenta, la corriente _____, y si el voltaje disminuye la corriente _____.
 - Si la resistencia aumenta, la corriente _____, y si la resistencia disminuye la corriente _____.
- e) Observe con atención las letras que representan las variables eléctricas voltaje (V), corriente (I) y resistencia (R) y responda:
- Cual operación matemática cree que se está generando entre la corriente (I) y la resistencia (R) para que dé como resultado el valor del voltaje (V). Observe los resultados numéricos que muestra la aplicación antes de responder ¿Qué operación es (suma, resta, multiplicación o división)? _____
 - Intente escribir en el siguiente cuadro una fórmula matemática que dé como resultado el valor de la corriente:

Por último, haga un breve comentario acerca de la impresión que le deja realizar esta práctica, escriba que fue lo que más le gustó y si quisiera aprender algo más: _____

Anexo 6: Propuestas para los problemas de diseño



COLEGIO ARBORIZADORA BAJA IED
PEI: "Hacia una cultura para el desarrollo sostenible"
NIT 830024976-8 Código DANE 11100103084-8
Resolución de Reconocimiento N° 2604 del 28 de agosto de 2002



PROBLEMAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS – CICLO II (4º)

Objetivo: Presentar a los estudiantes diferentes problemas de diseño de instalaciones eléctricas residenciales, para ser resueltos apoyándose en la fundamentación enseñada y el aprendizaje logrado durante las prácticas de laboratorio.

Materiales: Elementos para construir una maqueta, bombillos, rosetas, cables, interruptores, batería.

A continuación, encontrará una serie de problemas de diseño de instalaciones eléctricas para algunas locaciones residenciales, de los cuales se le asignará uno.

Debe leer el problema que le sea asignado junto con su grupo y proponer una solución funcional, adicionalmente debe realizar una maqueta en donde se muestre el funcionamiento de la solución propuesta.

Nota:

- Este taller se hará en grupos de 4 personas.
- La maqueta debe ser presentada en una superficie de mínimo: 35x25cm, y máximo 45x35cm.
- Debe presentar la descripción de la solución al problema en una página, hecha en el software Microsoft Word, destacando los aspectos más importantes de la solución encontrada para el problema asignado a su grupo.
- Cada grupo deberá presentar su respectivo proyecto explicando en detalle como hizo el diseño y cómo funcionan los elementos que lo componen.

Problemas de diseño:

1. En un apartamento se necesita hacer una instalación eléctrica para iluminar un estudio, una sala y un baño, pero el baño necesita ser activado de forma independiente. La sala y el estudio pueden ser activados al tiempo ¿cómo haría la instalación?
2. A la entrada en una casa hay un pasillo muy largo seguido de una escalera, cuando es de noche se debe cerrar la puerta con pasador, pero es muy oscuro, así que se debe instalar un bombillo que se pueda activar o desactivar al inicio y al final del pasillo. Adicionalmente, se debe activar el bombillo de la escalera independientemente ¿cómo haría la instalación?
3. En un consultorio odontológico hay 3 bancos para atender a los pacientes, pero no siempre están los 3 odontólogos que trabajan en esos bancos. Por lo tanto, se debe hacer una instalación para iluminar los bancos y que cada uno se pueda activar y desactivar de manera independiente ¿cómo haría la instalación?
4. En una casa de dos pisos hay dos niños preadolescentes que en ocasiones dejan las dos luces del primer piso en donde hay una sala y una cocina encendidas. Los papás de los niños están cansados de bajar las escaleras constantemente para apagar estas luces, por lo tanto, requieren una instalación con tres interruptores, uno para cada bombillo y otro para que puedan desactivar las dos luces desde el segundo piso ¿cómo haría la instalación?
5. En un apartamento moderno hay un espacio que requiere separar los ambientes de acuerdo con la luminosidad y se necesita que se activen al mismo tiempo 4 bombillos. 1 para la cocina, 1 para el comedor y 2 para la sala, pero se requiere que los dos de la sala alumbren con menor intensidad que los otros dos ¿cómo haría la instalación?
6. En un conjunto cerrado hay un pasillo que se hace oscuro en las noches, este pasillo da acceso a tres edificios y se requiere que cada una de las entradas se pueda activar o desactivar independientemente ¿cómo haría la instalación?
7. Una habitación de un apartamento es compartida por dos hermanos que estudian en diferentes horarios, en ocasiones por las noches la luz incomoda a alguno de los dos, por lo tanto, se requiere una instalación en la que se puedan activar 2 bombillos de manera independiente (uno para cada hermano) y adicionalmente que también se puedan activar o desactivar los dos al mismo tiempo ¿cómo haría la instalación?
8. En un espacio de un apartamento hay una cocina, una sala y un escritorio con computador que requieren ser iluminados de la siguiente manera: un bombillo para la cocina con alta luminosidad, un bombillo para la sala con menor luminosidad que la cocina, y un bombillo para el escritorio con menor luminosidad que la sala. Adicionalmente se requiere que el bombillo del computador se active o desactive de manera independiente cuando los demás están encendidos ¿cómo haría la instalación?

8 Bibliografía

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre la s finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgacion de Las Ciencias*, 1, 3–15.
http://www.csc.temple.edu/research/projects/documents/rev_a_final_report.pdf
- Agudelo, M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. *Nuevas Ideas En Informática Educativa*, 5, 118–127.
http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/14.pdf
- Agüero, S. O., García-Salcedo, R., Sánchez Guzmán, D., & Mendoza, J. G. (2012). Los cómics en la enseñanza de la Física: Diseño e implementación de una secuencia didáctica para circuitos eléctricos en bachillerato. In *Am. J. Phys. Educ* (Vol. 6, Issue 3). <http://www.lajpe.org>
- Angarita Velandia, M. A., Morales Fernández, H. F., & Duarte, J. E. (2011). Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 2(1), 35–43.
- Antón, J. L., Andrés, D. M., & Barrio, J. (2009). *Física 2° de bachillerato*. [https://books.google.es/books?id=6XijAwAAQBAJ&lpg=PA186&dq=corriente eléctrica sentido contrario&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=6XijAwAAQBAJ&lpg=PA186&dq=corriente+el%C3%A9ctrica+sentido+contrario&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q&f=false)
- Arias Navarro, E., & Arguedas-Matarrita, C. (2018). Fortaleciendo la enseñanza de la física en un colegio científico costarricense mediante el uso del laboratorio remoto VISIR. *Revista Vistualidad Educación y Ciencia*, 9(16), 131–141.
<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/editor/submission/20478>

- Ariza, J. (2008). *La resolución de problemas como estrategia didáctica para favorecer el aprendizaje significativo de los conceptos de voltaje, resistencia y corriente eléctrica*.
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/1522/T85.08A47r.pdf?sequence=1>
- Arteaga Valdés, E., Armada Arteaga, L., & Del Sol Martínez, J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169–176.
- Becerra Rodríguez, D. (2014). Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos. *Innovación Educativa*, 14(64), 73–100.
- Bello Garcés, S. (2018). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 210. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Calderon, C. E. (2016). *ENSEÑANZA DE LA LEY DE OHM Y SU APLICACIÓN DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS EN EL GRADO 11 DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA “ISMAEL PERDOMO BORRERO.”* 77.
<https://doi.org/10.5151/cidi2017-060>
- Cardona Moltó, M. C. (2002). *Introducción a los métodos de investigación en educación*. EOS.
- Cervantes Castro, R. D., Cappello García, H. M., & Castro Tovar, R. D. (2009). Análisis De Las Actitudes Docentes Hacia La Educación Científica. Un Estudio Del Programa De Enseñanza De Las Ciencias Aplicado En Escuelas Primarias De Ciudad Victoria, Tamaulipas. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, XIX(1), 9–26.
- Colegio Arborizadora Baja, I. (2020). *COLEGIO ARBORIZADORA BAJA Agenda y Manual de convivencia 2020-20201*.
- Dederlé Caballero, R. R., & Pérez Villareal, E. A. (2015). Estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de circuitos eléctricos de la universidad de la costa cuc. *Praxis*, 11(1), 54.

<https://doi.org/10.21676/23897856.1553>

Díaz Barriga, Á. (2013). GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA. *Comunicación de Conocimiento UNAM*, 53(9), 1–15. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Dorf, R. C., & Svoboda, J. A. (2006). Circuitos eléctricos. In 2006. <https://doi.org/10.0-8400-5444-0>

EAFIT. (2017). *Habilidades necesarias para ser competente en el siglo XXI*. 2017. <http://www.eafit.edu.co/proyecto50/novedades/Paginas/Habilidades+necesarias+para+ser+competente-.aspx>

Espino Román, P., Olaguez Torres, E., Gamez Wilson, J. A., Davizon Castillo, Y., Said, A., & Hernandez Santos, C. (2020). Uso De Simuladores Computacionales Y Prototipos Experimentales Orientados Al Aprendizaje De Fenómenos Físicos En Alumnos De Educación Básica. *Dyna New Technologies*, 7(1), 14. <https://doi.org/10.6036/nt9673>

FIB, F. d'Informàtica de B. (2020). *Simulació*. <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/simulacio.html>

Floriani, J. C. A. (2006). Sobre la Historia de la Electrónica en el Primer Centenario de su Nacimiento: La Era Termoiónica. *IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS*, 4(4), 242–248.

García Camargo, M. C. (2015). *ESTUDIO DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS: IMPLICACIONES DISCIPLINARES Y DIDÁCTICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA EN ESTUDIANTES DE GRADO QUINTO*. 68. <https://doi.org/10.1590/s1809-98232013000400007>

Gómez Ortiz, M. del P. (2014). Enseñanza Situada, vínculo entre la escuela y la vida. *Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 1. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n2/r1.html>

Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014).

Metodología de la investigación (6th ed.).

Herrera, J. (2008). La Investigación Cualitativa. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Holmes, N. G., Olsen, J., Thomas, J. L., & Wieman, C. E. (2017). Value added or misattributed? A multi-institution study on the educational benefit of labs for reinforcing physics content. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.010129>

Illana, J. I. (2013). Métodos Monte Carlo. In *Departamento de Física Teórica y del Cosmos* (pp. 1–52). <https://www.ugr.es/~jillana/Docencia/FM/mc.pdf>

Investigaciones PhET. (2020). <https://phet.colorado.edu/es/research>

Jiménez Aleixandre, M. P., Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., & de Pro, A. (2003). *Enseñar ciencias*.

Lara Quintero, V., Avila Palet, J. E., & Olivares Olivares, S. L. (2017). Desarrollo del pensamiento crítico mediante la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas. In *Psicología Escolar e Educativa* (Vol. 21, Issue 1).
<https://doi.org/10.1590/2175-3539201702111072>

Leliwa, S. (2008). *Enseñar Educación Tecnológica en los escenarios actuales*.
<http://www.comunicarteweb.com.ar>

León, L. F. P., Duarte, J. E., & Morales, F. H. F. (2014). Propuesta didáctica para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos. In *Revista De Investigación, Desarrollo E Innovación* (Vol. 4, Issue 2, pp. 138–147).
<https://doi.org/10.19053/20278306.2891>

Lévy, É. (2008). *Diccionario Akal de Física*.
<https://books.google.es/books?id=eN0QQg0pJ2cC&lpg=PA23&vq=voltaje&hl=es&pg=PA784#v=onepage&q&f=false>

López Rua, A. M., & Alzate Tamayo, E. Ó. (2012). Las Prácticas De Laboratorio En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de*

Estudios Educativos (Colombia), 8(1), 145–166.

Mantilla. O, G. (1993). *Instalaciones eléctricas* (Publicaciones SENA (Ed.); 1993rd ed.).

Martinez Perez, J. E. (2016). PhET. Percepciones y contribucion del uso de simulaciones en el aprendizaje de los conceptos de energia para un curso de fisica general de la ensenanza tecnica. In *IUTEB, Instituto Universitario de Tecnología del Estado Bolívar* (p. 12). <http://arxiv.org/abs/1606.00245>

MEN, M. de E. N. (2004). *Estandares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Sociales* (Vol. 7, Issue Serie Guías). http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf

MEN, M. de E. N. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. *Magisterio*, 47–95. <https://doi.org/958-691-290-6>

MEN, M. de E. N. (2008). Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología. In *Ministerio de Educación Nacional de Colombia*.

MEN, M. de E. N. (2009). *Por una educación inicial incluyente y para toda la vida*. <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-192210.html>

MEN, M. de E. N. (2013). *Secuencias Didácticas en Ciencias Naturales Educación Básica Primaria Ciencias - Primaria*.

MEN, M. de E. N. (2017). Plan Decenal de Educación 2016 -2026. In *Plan Nacional de Educación 2016 -2026*.

Mercadé, A. (2012). Los 8 Tipos De Inteligencia Según Howard Gardner: La Teoría De Las Inteligencias Múltiples. In *19 de Diciembre* (p. 7). <http://materialestatic.es/transicion/apuntes/Los.8.tipos.de.inteligencia.segun.Howard.Gardner.pdf%0Ahttp://transformandoelinfierno.com/2012/12/19/los-8-tipos-de-inteligencia-segun-howard-gardner-la-teoria-de-las-inteligencias-multiples/>

Mora, J. F. (2012). *Circuitos eléctricos*.

Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Taller Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoria*, 13(19), 145–157. <https://doi.org/10.17227/biografia.extra2017-7327>

Moreira, M. A. (2002). *Investigación en Educación en Ciencias: Metodos Cualitativos* (p. 29).

Moursund, D. G. (2007). *Aprendizaje basado en proyectos utilizando la tecnología de la información*. (I. S. for T. in Education (Ed.); 2nd ed.).

Obando, G., & Vásquez, N. (2008). Pensamiento numérico del preescolar a la educación básica. *Asociacion Colombiana de Matemática Educativa*, 21. <http://funes.uniandes.edu.co/933/1/1Cursos.pdf>

OECD. (2015). Students, Computers and Learning. In *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/9789264239555-en>

Osborne, R., & Freyberg, P. (1995). *El aprendizaje de las ciencias. Influencia de las “ideas previas” de los alumnos* (Narcea S. A (Ed.); 2nd ed.). [https://books.google.com.co/books?id=FNV8tTAh_AMC&pg=PA6&dq=Osborne,+R+%26+Freyberg,+P.+\(1995\).+El+aprendizaje+de+las+ciencias+Influencia+de+las+%22ideas+previas%22+de+los+alumnos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjohYP6lpDoAhVvk-AKHx61BmMQ6AEIOTAC#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=FNV8tTAh_AMC&pg=PA6&dq=Osborne,+R+%26+Freyberg,+P.+(1995).+El+aprendizaje+de+las+ciencias+Influencia+de+las+%22ideas+previas%22+de+los+alumnos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEWjohYP6lpDoAhVvk-AKHx61BmMQ6AEIOTAC#v=onepage&q&f=false)

PAS Perdomo, T., & Francisco, S. (2011). *LECTURA DE REALIDADES Y NECESIDADES LÍMITES ADMINISTRATIVOS*. http://old.integracionsocial.gov.co/anexos/documentos/1_entidad/gsi/19_ciudad_bolivar_lectura_de_realidades_pas.pdf

Pauta Criollo, C. E. (2019). *Desarrollo de la Competencia Digital en los estudiantes mediante el uso de las Tecnológicas de la Información y Comunicación en el programa de Diploma del Bachillerato Internacional, en la Unidad Educativa ISM Internacional Academy*.

Psillos, D. (1994). *Enseñar la electricidad elemental*.

<http://lu8xw.com.ar/descargas/Electricidad elemental.pdf>

Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jimenez, E. (1999). Proceso y fases de la investigación cualitativa. *Metodología de La Investigación Cualitativa*, 61–77.

Rodríguez Moreno, J., de Pro Chereguini, C., & de Pro Bueno, A. (2020). ¿Qué se puede aprender «Jugando con la electricidad» en Educación Infantil? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgacion de Las Ciencias*, 17(2), 2203-(1-16). <https://doi.org/10.25267/Rev>

Roy, P. C. (2004). Breve historia de la electricidad. *Tecnica Industrial Especial Electricidad y Electrónica*, 4–8. <http://www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/15/04/a04.pdf>

Salud, S. D. de. (2016). *Diagnostico local con participación social. Ciudad Bolivar*. http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Diagnosticos distritales y locales/Local/2014/19_DiagnosticoLocal2014CiudadBolivar_12Abril2016.pdf

SED, S. de E. de B. (2015). *REORGANIZACIÓN CURRICULAR POR CICLOS*. http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/curriculo/libro_reorganizacion_curricular.pdf

SEP, S. de E. P. (2017). III. La educación básica. In *Aprendizajes clave para la educación integral* (pp. 54–89).

Siraj-Blatchford, J. (2005). *Nuevas tecnologías para la educación infantil y primaria*. http://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=Z3TMuJHV2_IC&pgis=1

The Nobel Prize in Physics. (2001). <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2001/summary/>

Tierra Satán, M. A. (2019). *El software open source Crocodile como recurso didáctico para el aprendizaje de circuitos eléctricos con los estudiantes en octavo semestre de la carrera de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Chimborazo en el período abril 2019 - agosto 2019*. 67.

<https://doi.org/10.4324/9781315853178>

UNESCO. (2016). *Tecnologías digitales al servicio de la calidad educativa*.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002451/245115S.pdf>

Urbano Gómez, P. A. (2016). Análisis De Datos Cualitativos. *Revista Fedumar Pedagogía y Educación*, 3(1), 113–126.

<http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/fedumar/article/view/1122>